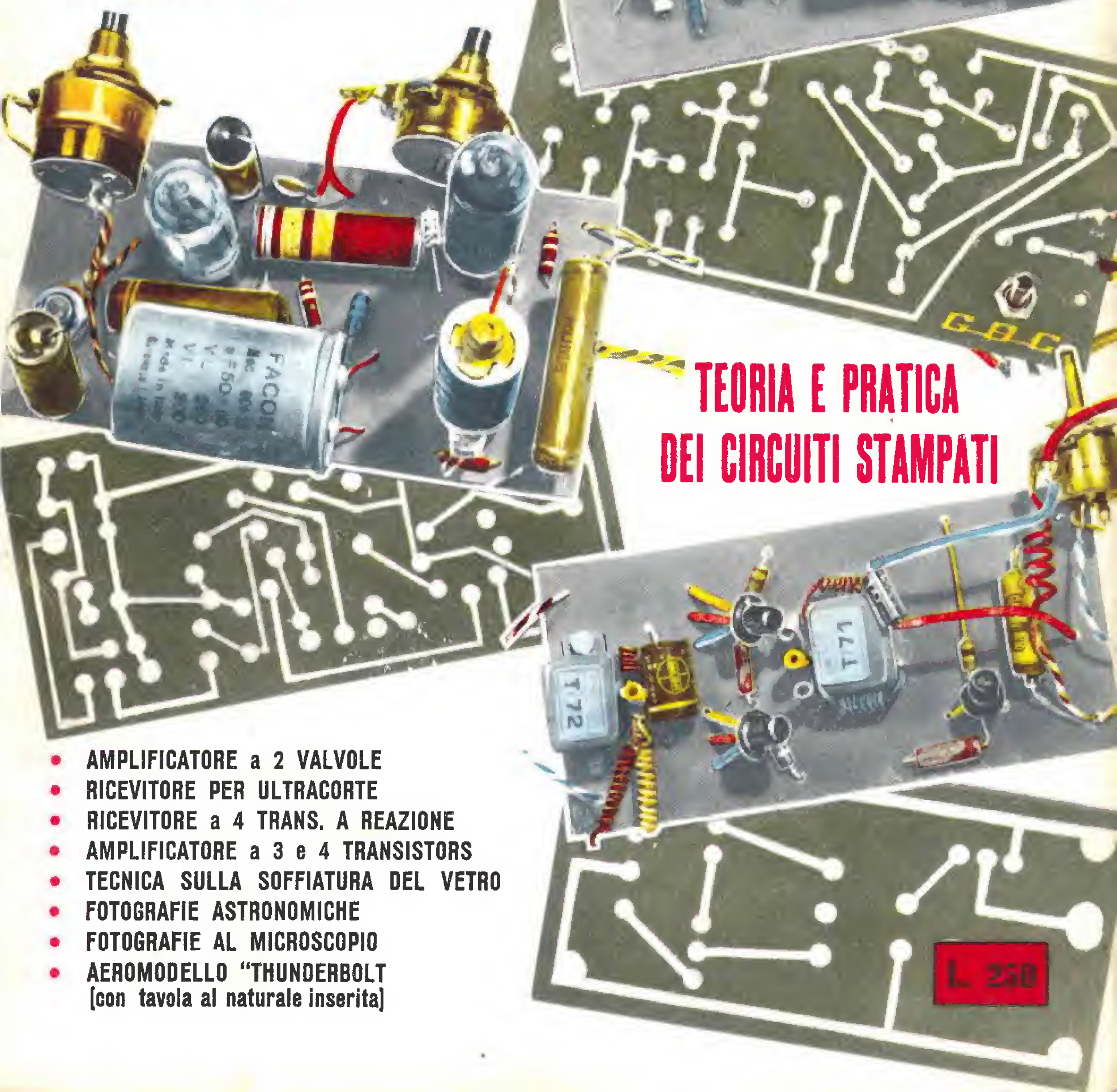
VOLUME 32° QUADERNI di

il "SISTEMA "A"

FARE

Radio-elettronica

apparecchi e strumenti a valvole e transistors



TEORIA E PRATICA DEI CIRCUITI STAMPATI

- AMPLIFICATORE a 2 VALVOLE
- RICEVITORE PER ULTRACORTE
- RICEVITORE a 4 TRANS. A REAZIONE
- AMPLIFICATORE a 3 e 4 TRANSISTORS
- TECNICA SULLA SOFFIATURA DEL VETRO
- FOTOGRAFIE ASTRONOMICHE
- FOTOGRAFIE AL MICROSCOPIO
- AEROMODELLO "THUNDERBOLT (con tavola al naturale inserita)

L. 250

I quaderni di "Il Sistema A"

(SUPPLEMENTO AL N. 6 - 1960)

F A R E

N. 32

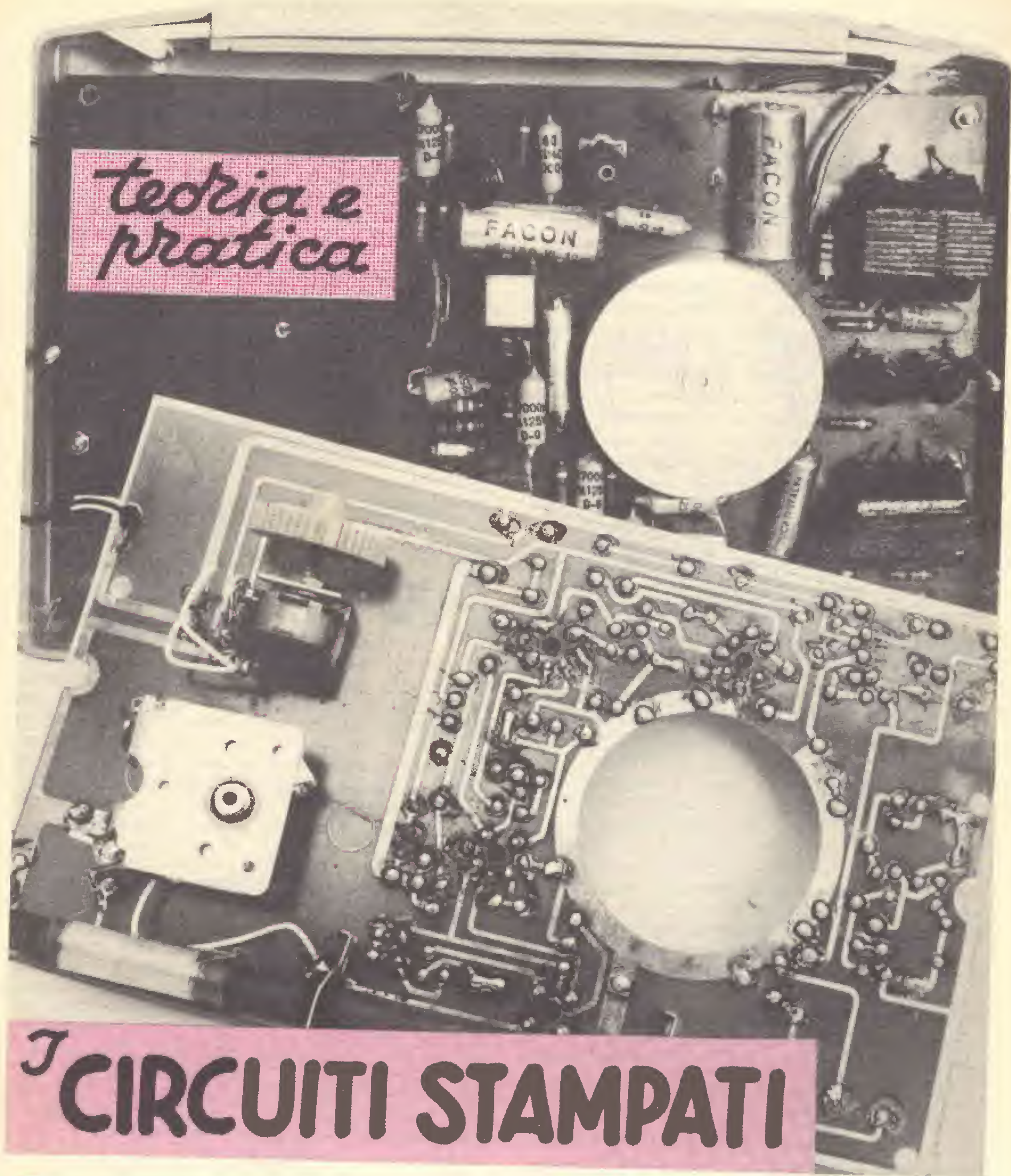
RACCOLTA DI PROGETTI DA REALIZZARE

IN CASA E PER LA CASA

RODOLFO CAPRIOTTI - EDITORE

PIAZZA PRATI DEGLI STROZZI, 35-ROMA

INDICE DELLE MATERIE



teoria e pratica

I CIRCUITI STAMPATI

Come avevamo annunziato, adottiamo come soggetto principale di questo numero di « Fare », quello dei circuiti stampati, che saranno trattati dal punto di vista teorico, come anche sul piano pratico. Lo svolgimento dell'interessante argomento sarà completato con la illustrazione di alcune pratiche realizzazioni di apparecchi di vario tipo che prevedano per la loro costruzione l'impiego di circuiti stampati, alcune delle quali dedicate specialmente ai lettori meno esperti, in elettronica e che vogliano ugualmente cimentarsi in questo ramo del loro hobby.

STORIA E GENERALITA'

Le prime realizzazioni di circuiti stampati sono apparse ben 18 e più anni addietro; per

la precisione, abbiamo constatato la loro utilizzazione, nelle apparecchiature elettroniche di alcuni speciali proiettili di artiglieria e di bombe di aereo, che erano costruite in modo da esplodere ad una ben determinata distanza dal bersaglio; i tecnici, in questo caso si erano orientati verso i circuiti stampati, piuttosto che su quelli convenzionali, per ottenere una notevole compattezza ed al tempo stesso la massima resistenza dell'apparato alla tremenda sollecitazione che esso avrebbe dovuto subire al momento dello sparo del proiettile.

Subito dopo, nel primo dopoguerra si è preso a considerare il grande vantaggio goduto dai circuiti stampati rispetto a quelli convenzionali, anche dal punto di vista di rapidità di esecuzione e della maggiore uniformità della produzione in grande serie, il che avrebbe permesso di ridurre grandemente le operazioni di messa a punto specifica dei vari apparati. Fu così che venne avviata in scala sempre più vasta la produzione di radioricevitori fissi e portatili, di strumenti di misura, di ogni genere e perfino di televisori ed altre apparecchiature estremamente complesse, tra cui perfino le più grandi calcolatrici elettroniche, con l'impiego sempre più totale di circuiti stampati. Ormai, tutte le principali industrie elettroniche di ogni nazione producono qualche apparecchiatura a circuito stampato ed il collaudo di apparati di tale genere, alla luce dei molti anni da cui essi sono in funzione ha dimostrato che questo sistema per la realizzazione dei circuiti, rappresenta quanto di meglio che si potesse desiderare sia da parte delle case produttrici, come anche dai consumatori. Oggi, l'avvento dei transistor, ha aperto un altro campo amplissimo per l'impiego dei circuiti stampati, dei quali viene apprezzata la compattezza e la semplicità ed economia di produzione, il che ha permesso, la entrata in commercio di apparecchiature, specie riceventi ed a transistors, di dimensioni e prestazioni eccellenti, e di prezzo più che accessibile. Prima di scendere in particolari citiamo l'esempio del fatto che specie per le grandi serie, il costo vivo di montaggio di un qualsiasi apparecchio, attuato su circuito stampato viene ad essere di un terzo e perfino di un sesto, rispetto a quello dello stesso apparecchio montato con filatura convenzionale. Il circuito stampato, inoltre si presta ottimamente anche agli appassionati di elettronica alle prime armi, dato che permette la esecuzione dei loro montaggi in modo quasi automatico, con quasi assoluta eliminazione di errori nel montaggio stesso..

TIPI DI CIRCUITI STAMPATI

La ricerca tecnica ha messo a punto diversi sistemi e diversi tipi di circuiti stampati, ciascuno dei quali risponde ad un particolare problema o ad una specifica esigenza nel campo delle costruzioni elettroniche.

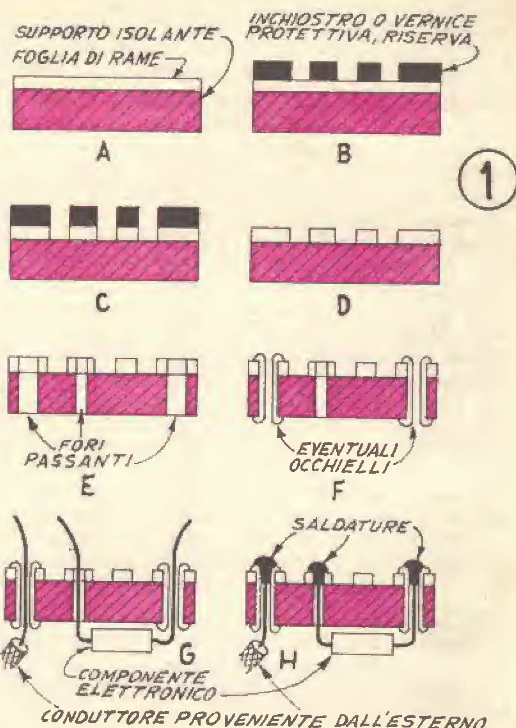
CIRCUITO STAMPATO PROPRIAMENTE DETTO

E' il sistema più diffuso, quello sul quale si baseranno anche tutti i montaggi che andremmo a pubblicare più avanti, per il fatto sopratutto della estrema semplicità della sua attuazione sia in scala industriale come anche per la realizzazione di esemplari unici. Si basa sull'impiego come materia prima di speciali lastre di sostanza isolante, quale bachelite o simili, sulle quali si trova incollato in modo adatto, un foglietto di metallo di buone qualità conduttrici, quale il rame, l'argento o l'alluminio (il primo dei tre è il più usato anche per il fatto che è abbastanza economico e che su di esso è facilissimo effettuare le connessioni dei vari organi, per mezzo di saldatura a stagno). Partendo da questo materiale si tratta di eliminare il rame da varie zone della foglia, in modo da lasciarlo solamente nei punti che devono rappresentare i collegamenti del circuito. Tale fase della lavorazione all'apparenza lunga e complessa viene resa grandemente spedita da un trattamento chimico che ha il potere di corrodere attivamente sino ad eliminarlo, il rame, nei punti in cui la superficie di esso, è allo scoperto: è facile comprendere che basta quindi proteggere le zone del rame che interessa fare rimanere, con una adatta vernice, e quindi immergere l'intera lastrina del bagno corrosivo, perché le zone che non interessano siano corrose ed eliminate dalla superficie del pannello di bachelite mentre le altre che sono state protette con la vernice, rimangano intatte. Basterà poi asportare con della lana di acciaio o con un solvente la vernice protettiva perché le strisce di rame rimaste siano pronte per la esecuzione dei collegamenti e sopratutto per il fissaggio su di esse dei vari organi destinati a comporre l'apparecchio.

CIRCUITI A CONDUTTORE APPLICATO

Si tratta come in precedenza di supporti di materiale isolante, di preferenza, lastrine di ceramica, sui quali si applica una miscela speciale, in vario modo, per piccoli quantitativi, con un semplice pennellino, per grandi serie, invece con delle mascherine, e perfino con specie di stampi simili a quelli che servono per stampare sulla carta comune delle scritte, questa specie di inchiostro depositato, rappresenta la «filatura» che interessa realizzare; l'inchiostro in questione si trasforma in sostanza solida e buona conduttrice della elettricità dopo che le piastrine di supporto siano state esposte per un sufficiente periodo di tempo al calore relativamente elevato di un forno; per coloro che amano i particolari, diremo che l'inchiostro in questione altro non è se non una miscela di un legante organico con una polvere metallica (quasi sempre di argento, magari allo stato di nitrato, addizionato con una sostanza riducente o meno). I circuiti di que-

Le fasi della preparazione di un circuito stampato, a partire dal laminato di supporto isolante ed ottone. In A, è appunto illustrato detto laminato pronto per il tracciamento su di esso dei segni corrispondenti alle linee ed alle zone in cui il foglio di rame deve essere lasciato. In B, è stata eseguita appunto l'operazione in questione, non importa se a mano, o con altri sistemi, quali quello a schermo di seta, ecc. Al termine di essa, le zone del rame da fare rimanere sono protette da sovrastanti zone di vernice protettiva o di riserva. In C, si vede il pannello come appare dopo essere stato esposto alla azione del bagno corrosivo: il rame delle zone non protette dalla riserva è stato del tutto asportato. In D, il trattamento con un adatto solvente e poi con un leggero abrasivo consente la eliminazione delle riserve che sovrastano le zone di rame che hanno protetto. In E, la lavorazione meccanica al pannello del circuito stampato, ossia innanzi tutto, la esecuzione dei fori lungo i quali dovranno passare i terminali dei componenti elettronici, i quali nella maggior parte dei casi, dovranno essere sistemati sul pannello dalla parte opposta a quella in cui si trova il laminato di rame dei conduttori stampati. In F, una operazione facoltativa, ossia quella della applicazione di occhielli per meglio assicurare il montaggio delle parti, specie se pesanti; tale lavorazione comunque viene attuata solamente in casi molto rari, ed in tutti gli altri viene omessa. In G, la sistemazione dei componenti elettronici su pannello, notare come i terminali attraversino i fori e giungano alla faccia opposta del laminato. In H, le operazioni finali, che consistono nel taglio delle porzioni in eccesso dei terminali e quindi esecuzione delle saldature elettriche che assicurano al tempo stesso il bloccaggio delle parti e le connessioni. Specie quando i conduttori siano molti e vicini, occorre attenzione ad evitare che lo stagno delle saldature dilaghi da uno all'altro.



sto genere sono piuttosto complicati da utilizzare, anche se all'apparenza non lo sembrino e per questo sono riservati per quelle realizzazioni dove non sia possibile adottare il sistema precedente, per la necessità, ad esempio, che il circuito stesso debba essere sottoposto a temperature elevate, intollerabili per quello formato da strisce di foglia di rame incollate mediante un adesivo fenolico ad un supporto di bachelite. La possibilità di usare della ceramica permette anche di operare a frequenze molto elevate, alle quali il potere isolante della bachelite e di sostanze analoghe, si dimostrasse insufficiente.

ALTRI SISTEMI

Molti degli altri sistemi derivano più o meno direttamente da quelli ora esposti; vi è ad esempio tutta una serie di procedimenti per la produzione dei circuiti stampati del primo tipo, che comprende un sistema di trasferimento del circuito stesso, per via fotografica e fotomeccanica sulla foglia di rame, oppure, vi è poi il sistema assai diffuso del trasferimento del circuito stesso per mezzo di una matrice realizzata su schermo di seta, ecc. in sostanza, il primo come il secondo metodo, applicato al primo sistema ossia a quello del circuito stampato vero e proprio, serve per trasferire sulla foglia di rame, la vernice protettrice nelle zone che interessano mantenere. Nel caso della lavorazione a schermo di seta ad esempio si tratta di preparare una sorta di matrice di seta che sia impermeabile da per tutto, ed esclusione delle zone in cui interessa proteggere il rame, e che per questo, in tali zone si lascia attraversare dall'inchiostro, che nel nostro caso è appunto la vernice protettiva la quale va ad aderire sulla foglia di rame.

Questi stessi procedimenti possono anche essere attuati con il sistema del trasferimento dei conduttori; in questo caso, è appunto l'impasto che contiene la polvere metallica conduttrice oppure il metallo da ridurre che viene applicato sul supporto di ceramica, attraverso lo schermo di seta ecc.

Quando i circuiti da stampare sono molto semplici e quando non interessa una forte precisione, è anche possibile applicare la vernice protettiva nel primo caso, oppure l'inchiostro conduttore nel secondo caso, a spruzzo, facendolo passare attraverso delle mascherine opportunamente tagliate, realizzate in lamierino od anche in fibra.

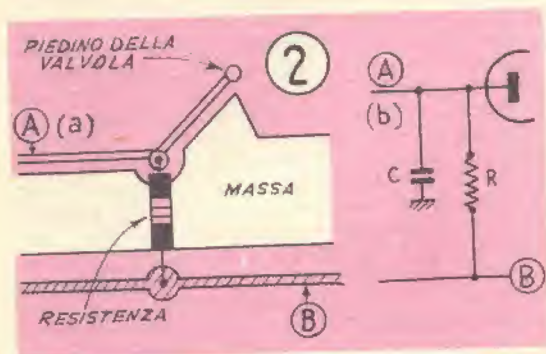
PROGETTAZIONE DI UN CIRCUITO STAMPATO

Ovviamente la prima cosa che occorre è il circuito elettrico dell'apparecchio che interessa realizzare e che sia stato realizzato in precedenza con il sistema convenzionale della filatura normale, allo scopo di collaudarlo e di metterne a punto i vari valori. A questo punto, ossia al momento della trasformazione di

un circuito precedentemente realizzato in modo convenzionale, in un circuito stampato, vi saranno da risolvere diversi problemi di carattere pratico.

Si deve ad esempio fare in modo di evitare il più che sia possibile l'incrocio di conduttori che servano stadi diversi o che si trovano a diverso, potenziale, questo allo scopo di evitare la formazione di cortocircuiti, la cui prevenzione imporrebbe l'impiego di ponticelli di filo, con conseguente complicazione e perdita di molti dei vantaggi offerti dal sistema del circuito stampato. A volte comunque una tensione o un segnale può essere fatto passare incrociandosi con un altro senza tuttavia interferirlo, ad esempio, facendogli percorrere un collegamento accessorio, quale quello di una resistenza o di un condensatore, ecc. Nella figura 2 è appunto illustrato un caso di questo genere, in cui il collegamento di tipo resistivo, tra i punti A e B, viene realizzato facendogli scavalcare la zona di conduttore collegata a massa, grazie alla resistenza R, la capacità C, può essere applicata nel punto più adatto, che comunque non disti molto dal gruppo, altrimenti essa perderebbe molto del suo effetto.

E interessante notare anche che a volte, delle piccole capacità possono essere realizzate in loco direttamente con due zone di foglia di rame fatte correre parallelamente a piccola distanza una dall'altra e per una lunghezza sufficiente. In questo caso è da tenere presente che il valore in picofarad di una capacità realizzata in questo modo aumenta a misura che aumenta la lunghezza della coppia di conduttori che si trovano affacciati uno all'altro ed in funzione anche della diminuzione della distanza tra i due conduttori stessi.



Un caso particolare in cui per la realizzazione del circuito illustrato a destra si adottano degli accorgimenti caratteristici del circuito stampato. Mentre per la resistenza R si usa effettivamente una resistenza, per la esecuzione della capacità di fuga del circuito anodico della valvola si utilizza la capacità che viene a formarsi tra due zone di circuito stampato che si trovano sostanzialmente parallele: notare infatti come il bordo della zona della massa (nel particolare di sinistra), sia vicina e parallela alla linea di conduttore diretta al piedino dell'anodo della valvola.

In taluni casi è anche possibile realizzare unitalmente al circuito stampato altri componenti, quali una resistenza (per mezzo di speciali vernici a base di grafite o di altre polveri), od una induttanza, per mezzo di conduttori fatti correre parallelamente, in forma di spirale. Questi perfezionamenti, comunque sebbene rappresentano uno sviluppo logico e desiderabile della tecnica dei circuiti stampati, tuttavia, non sono alla portata degli appassionati di elettronica alle prime armi; non dimeno, per favorere i progettisti ed in genere i lettori più esperti, forniremo, più avanti, degli interessanti chiarimenti per la progettazione e la realizzazione di questi organi.

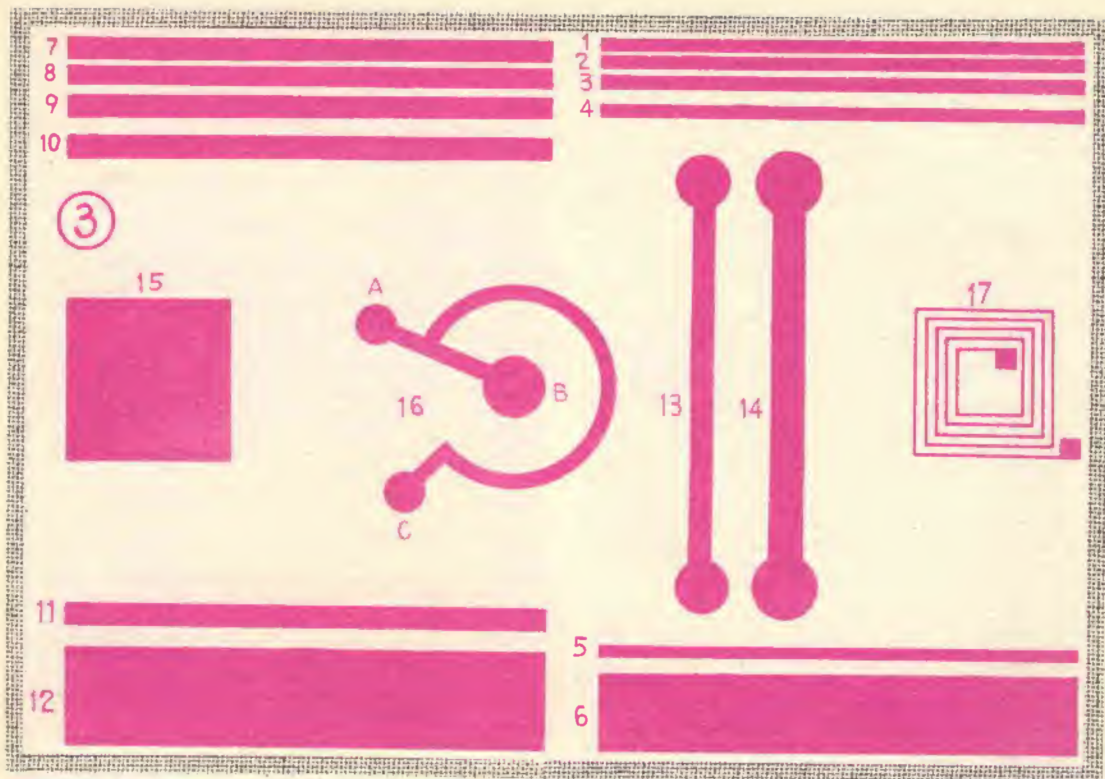
DISEGNO DEL CIRCUITO

Il circuito da realizzare nella sua forma di «stampato» deve essere prima studiato a lungo nella sua forma convenzionale, per accertare quali siano ad esempio, le dimensioni e le caratteristiche fisiche, dei vari organi che debbono entrare a farvi parte. Da evitare ad esempio, di fissare nel mezzo del circuito stampato, un grosso trasformatore di alimentazione, il quale con la sua base potrebbe coprire molta parte della area di laminato di rame, impedendo la eventuale utilizzazione di questa per parte del circuito stesso.

Prima di mettere sulla carta un circuito da realizzare con la nuova tecnica è anche utile osservare attentamente altri circuiti stampati di tipo analogo, allo scopo sopratutto di intuire gli accorgimenti che siano stati adottati e che a volte rappresentano addirittura dei piccoli segreti di produzione. Se non altro, è ad esempio, da osservare la larghezza dei conduttori adottati nei vari stadi, e la spaziatura tra di essi, come anche la separazione tra i vari stadi, per mezzo di zone di laminato connesso alla massa, ecc. Quanto alla larghezza dei conduttori, ad esempio, è importante tenere presente che questa è bene sia maggiore in quei casi in cui i conduttori stessi debbano essere percorsi da una corrente di notevole intensità ed anche nel caso dei conduttori destinati ad essere percorsi dalla radiofrequenza, per la quale è sempre da ricordare la tendenza da parte della corrente a circolare esclusivamente sulla superficie dei conduttori.

Dalla spaziatura dei conduttori, ossia in ultima analisi, dalla larghezza della zona esistente tra i due conduttori stessi, asportata per mezzo del bagno corrosivo, dipende dunque la capacità presente tra i due conduttori, considerati come armatura di un condensatore fisso, con il dielettrico, rappresentato, in parte dall'aria, ed in parte, dalla sostanza isolante del supporto del circuito stampato.

Nei limiti del possibile, è anche da evitare che i conduttori siano troppo tortuosi e comunque che lo siano più dell'indispensabile, dato che in tali loro condizioni sono più facili



Dettagli per la realizzazione di connessioni con funzioni multiple. Da 1 a 4, connessioni di bassa frequenza ed alta frequenza, percorsi da correnti molto ridotte. Da 7 a 10, connessioni di bassa corrente ed adatte per la realizzazione di capacità fisse di piccolo valore, 11 e 12, connessioni parallele di piccola capacità, la 12, del tipo in grado di essere percorso da corrente di valore relativamente elevato, oppure anche per la realizzazione di schermature di massa, 13 e 14, forme caratteristiche per la realizzazione di resistenze «stampate» ossia tracciate in loco con piccoli tratti di grafite colloidale. 15, elemento per lo schermaggio di un eventuale componente situato sulla faccia opposta del laminato, tale elemento deve essere collegato alla massa. 16, induttanza di piccolo valore ed una sola spira, unita ad una connessione normale. Le connessioni alla induttanza vera e propria possono essere eseguite al terminale C ed indifferentemente al terminale A o B. 17, induttanza quadra di piccolo valore.

accoppiamenti quasi sempre indesiderabili tra i conduttori interessati a stadi diversi; ancora da tenere presente il fatto che i conduttori stessi, oltre che una resistenza ohmica, presentano anche una vera e propria induttanza, sia pure di valore assai ridotto ma che può anche essere grandemente aumentata dalla vicinanza ai conduttori stessi, di masse di metallo magnetico, quali, nuclei di trasformatori di bassa frequenza, carcasse di condensatori variabili, cestelli e magneti di altoparlanti, potenziometri, ecc. È quindi evidente la necessità di non trascurare alcuno di questi particolari, allo scopo di non rischiare di creare un circuito elettrico stampato, di prestazioni eccellenti, ma disturbato da questi inconvenienti secondari, al punto da essere inutilizzabile e di richiedere una completa riprogettazione della disposizione delle parti e dei percorsi dei vari conduttori, prima di ottenere una versione di esso che non dia luogo agli inconvenienti citati.

UN ESEMPIO PRATICO DI CIRCUITO STAMPATO

Pensiamo che la illustrazione di una realizzazione pratica, in fatto di circuiti stampati, possa ottimamente servire a chiarire il come il problema vada impostato, dalla concezione dello schema elettrico di principio, alla sua «traduzione» in circuito stampato ed infine al completamento dello stesso, con l'aggiunta degli organi principali ed accessori. L'esempio che forniamo, è quello di un semplicissimo amplificatore di bassa frequenza a tre transistor, il quale può essere ottimamente usato come amplificatore per giradischi portatile, a batterie. Diremo anzi che le prestazioni di cui il circuito è capace, con i tre soli transistors, è comparabile ed a volte superiore di quelle di altri apparecchi del commercio, a pari numero di transistors, ma del costo assai più elevato di quello delle parti occorrenti per questa realizzazione.

Nella fig. 3a, è lo schema elettrico di principio, il quale è stato progettato e montato, inizialmente nel modo convenzionale ossia con il sistema della filatura allo scopo di studiare quale fosse la migliore disposizione delle parti e di esaminare i valori elettrici della parte stessa, allo scopo di trovare quelli più adatti per le realizzazioni di un complesso delle migliori prestazioni. Come si nota, il complesso non è molto insolito: è formato da un transistor di preamplificazione il quale trasferisce il segnale amplificato, attraverso un trasformatore d'entrata di push pull, alla coppia dei due transistor in controfase a valle dei quali viene inviato attraverso il trasformatore di uscita per push pull, all'altoparlante magnetodinamico di buona qualità, che provvede alla riproduzione acustica. In entrata, il potenziometro R1, collegato come una resistenza variabile serve da controllo di tono ed anche per la correzione della qualità sonora, e la eliminazione dei disturbi di alta frequenza prodotti dall'attrito della puntina del pick up contro il disco, disturbi questi che si fanno via via più marcati a mano che la puntina ed il disco vanno consumandosi.

R2, serve invece da partitore di tensione, nella funzione di controllo di volume; date le condizioni di funzionamento non estreme alle quali sono fatti operare i vari organi, la distorsione introdotta è minima e questo permette di evitare qualsiasi disposizione di reazione negativa, la quale avrebbe anche l'inconveniente di introdurre nel segnale una considerevole riduzione di volume.

Alla alimentazione dell'insieme provvede una unica pila da 6 volt di quelle che si usano comunemente per l'accensione dei filamenti in molti apparecchi portatili a valvole. Il consumo di corrente da questa batteria è tale per cui si ottiene una considerevole automia anche quando la manopola del volume viene spinta al massimo.

Tale tensione di alimentazione è stata scelta anche per il fatto che è la stessa richiesta dalla alimentazione della maggior parte dei motorini elettrici per giradischi a batteria, e pertanto, una sola batteria può servire alla alimentazione totale con un considerevole risparmio dello spazio, quando questo sia un problema.

Da notare che non tutti gli organi dell'amplificazione risultano montati sul pannellino del circuito stampato, sia per economia nel costo di acquisto di questo ultimo che può così essere usato di dimensioni assai ridotte, e sia anche per permettere il piazzamento di alcuni degli elementi nella loro posizione più adatta; per la precisione sono montati sul circuito stampato, solamente i tre transistors, i due trasformatori di push pull, i condensatori e le resistenze, non sono invece montati sul pannellino, i due potenziometri R1 ed R2, la batteria di alimentazione e l'altoparlante; questi organi sono connessi al pannellino mediante una filatura del tipo convenzionale, che del resto risulta estremamente semplice.

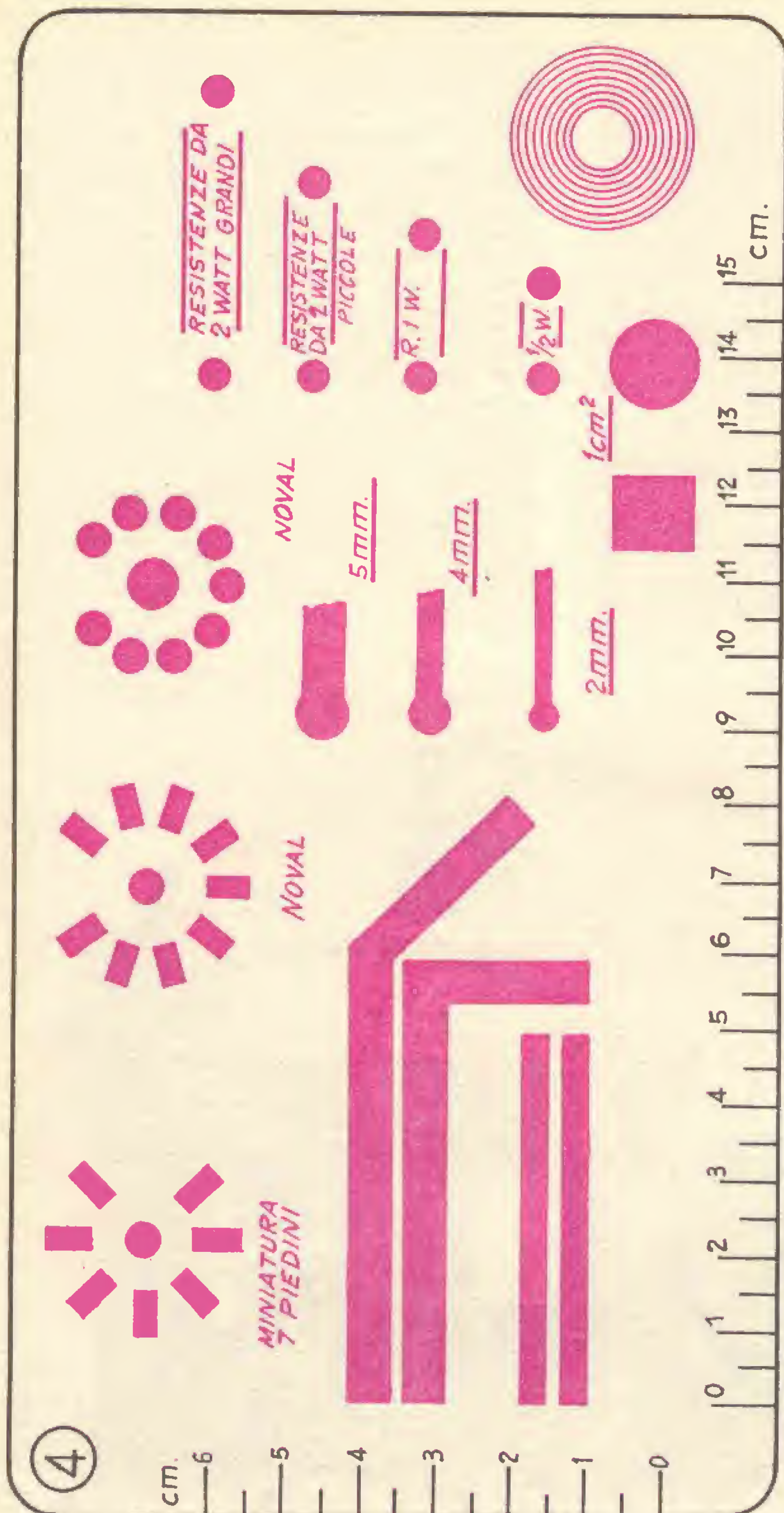
Elenco parti

R1	— Potenziometro volume da 500.000 ohm, senza interruttore
R2	— Potenziometro tono, da 10.000 ohm, con interruttore
R3	— Resistenza ad impasto da 220.000 ohm, ½ watt
R4	— Resistenza ad impasto, da 12.000 ohm, ½ watt
R5	— Resistenza ad impasto, da 5.600 ohm, ½ watt
R6	— Resistenza ad impasto, da 100 ohm, ½ watt
R7	— Resistenza ad impasto, da 10 ohm, ½ watt
C1	— Condensatore a carta da 10.000 pF
C2	— Condensatore a carta da 50.000 pF
C3	— Condensatore elettrolitico miniatura 50 mF, 25 volt
TR1	— Transistor PNP preamplificatore, tipo OC71 o simile
TR2 TR3	— Transistors PNP amplificatori finali, tipo OC72 o simili
T1	— Trasformatore entrata per controfase, tipo T71 della Photovox
T2	— Trasformatore uscita per controfase, tipo T72, della Protovox
e	— Stagno per saldature ad alto contenuto di Sn. Prodotti chimici per trattamento circuito stampato. Rettangolino di laminato isolante con foglia rame, per circuiti stampati, dimensioni mm. 50 x 113. Minuteria meccanica ed elettrica.

Nella fig. 2a, è illustrato, in grandezza naturale, lo schema dei collegamenti per la realizzazione del complesso, nella sua versione a circuito stampato, con le varie diciture ed indicazioni della disposizione sul retro di esso, dei componenti. Per la precisione le zone che sono tinte in nero, sono quelle in cui il laminato di rame deve essere lasciato sul pannello, mentre altrove, il rame stesso deve essere asportato per mezzo del bagno corrosivo.

Per la realizzazione, si tratta quindi di procurare un pannellino di laminato di plastica fenolica e rame, delle dimensioni illustrate nella fig. 2a e quindi con l'aiuto di un pennellino sottile, di trasferire sulla superficie metallica che si trova su uno dei suoi lati, i tratti illustrati, nella esatta disposizione, usando l'apposita vernice protettiva, di cui sarà parlato più avanti. E doveroso precisare che prima della stesura del circuito sul foglio di rame, è bene che dalla superficie di questo siano asportate tutte le tracce di sostanze grasse e quelle di ossidi vari che possano asservi presenti e che rimanendovi, potrebbero più tardi ostacolare l'azione corrosiva dello speciale bagno, facendo in modo che delle zone di rame rimangano anche in quei punti in cui la loro presenza non sia desiderata.

A tale detersione si provvede ottimamente con l'aiuto di un batuffolo di lana di acciaio intriso abbondantemente in trielina, e passato con una certa energia su tutta la superficie del rame, ed evitando, una volta condotta



questa operazione, di toccare più con le mani la superficie stessa, per non riportarvi tracce di sostanze grasse. Anche al momento del trasferimento della filettatura, con il pennellino, è bene evitare di poggiare le dita sul rame, ed usare un rettangolino di carta assorbente.

I vari tratti che compongono il circuito stampato possono essere trasferiti sul laminato di rame, a mano libera come anche con l'aiuto di un tiralinee e con delle righe; ciò che importa è che il tratto abbia una sufficiente larghezza (almeno 2,5 mm.) e che tale larghezza sia comunque uniforme. Gli ingrossamenti indicati in fig. 2a, alle estremità delle linee ed anche lungo le stesse, non sono indispensabili, ma sono comunque utili, in quanto facilitano le operazioni della foratura del pannellino, per il passaggio dei conduttori dei vari organi da fissare sul retro del pannello stesso.

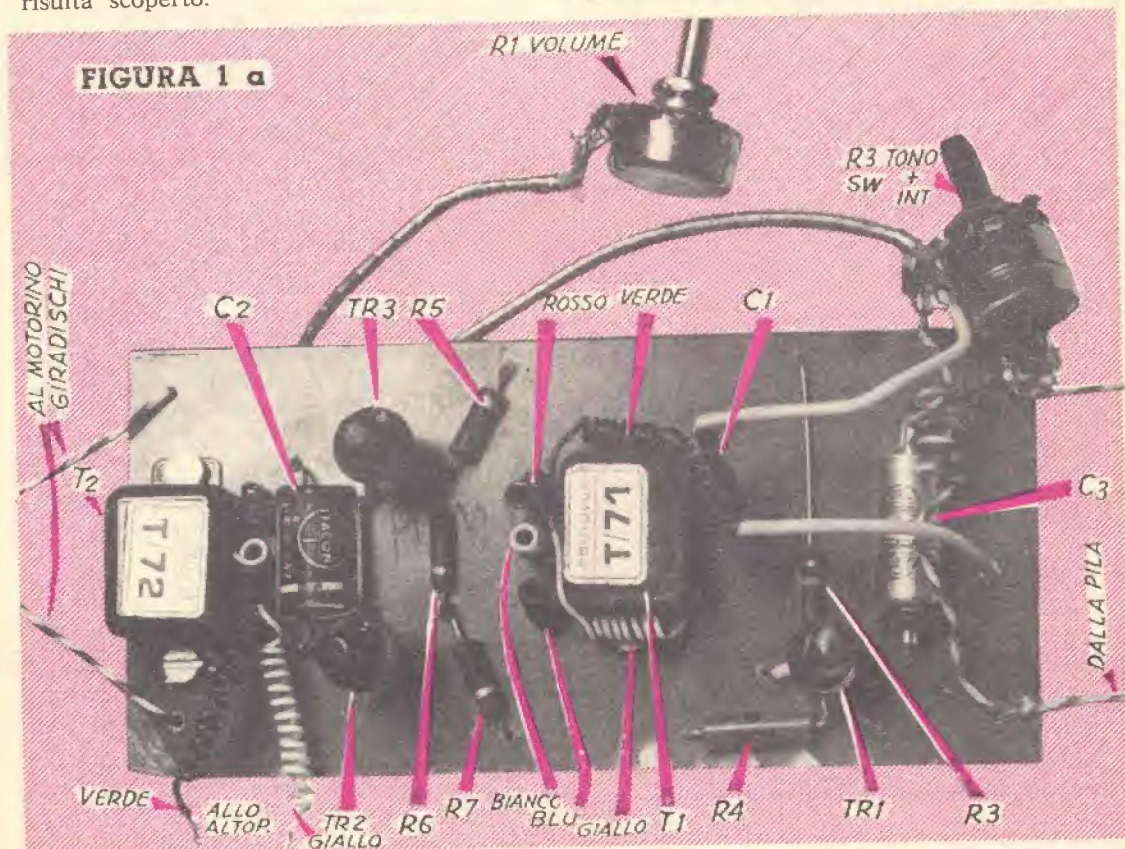
Una volta trasferiti sul laminato tutti i tratti di una vernice speciale protettiva, i quali debbono appunto servire a proteggere il sottostante rame dall'azione erosiva del bagno nel quale esso sarà immerso, si esegue un controllo, per accertare della correttezza della esecuzione

Forme e dimensioni caratteristiche per la realizzazione delle varie connessioni di un circuito stampato sono suggerite le forme e le dimensioni dei contatti da saldare ai piedini delle valvole, le linee diritte, quelle ad angolo, gli ingrossamenti alle estremità dei conduttori; le spaziature dei tondini di contatto, sia per resistenze normali che «stampate» e le caratteristiche di piccoli elementi di schermaggio

di ciascuno di essi, sia come ubicazione che come lunghezza e forma. Eventualmente si ripassa poi il pennellino umido nella vernice, i punti dei tratti in cui essi appaiono troppo deboli e quindi passibili di non essere sufficienti a proteggere il rame sottostante; a tale proposito, infatti diremo che è assai meglio abbondare nella applicazione di questa vernice che usarla con troppa parsimonia. Si dispone poi il pannellino in un posto asciutto e moderatamente temperato, esente da polvere e da umidità, per dare alla vernice protettiva applicata, il tempo di espellere tutte le tracce di solvente che contiene al momento della sua applicazione. Quando poi i tratti saranno divenuti talmente consistenti da reggere alla leggera azione di un'unghia, si osserva di nuovo il circuito per accertare che in nessun punto i tratti protetti presentino dei difetti sotto forma di screpolature attraverso le quali il liquido corrosivo potrebbe trovare la strada per giungere al rame eliminandolo, e si correggono anche questi difetti con pochi altri colpi di pennellino, o di tiralinee, inumiditi nella vernice protettiva. Una volta poi che anche questi tratti siano del tutto asciutti potrà considerarsi giunto il momento per il trattamento chimico di erosione del rame, nelle zone in cui il laminato di questo metallo risulta scoperto.

Questo trattamento, se bene preparato è semplicissimo ed in sostanza automatico, e alla portata comunque di qualsiasi dilettante che abbia un minimo di cognizioni di chimica. In linea di massima diremo che è utile, operare in un ambiente che possa essere facilmente areato per la eliminazione dei gas che potrebbero risultare molesti; si consiglia di eseguire questi trattamenti, in recipienti di plastica insensibile alla umidità ed alla temperatura moderata oppure in recipienti di adatte dimensioni e forma, di porcellana o di ceramica, bianca, bene smaltata. È anche utile proteggere con vernice a base di asfalto, tutte le parti metalliche e specialmente quelle di rame o di ottone che si trovino in vicinanza del punto in cui viene eseguito il trattamento di erosione allo scopo di prevenire la parziale corrosione di tali parti, sia da parte dei gas durante il trattamento come anche da spruzzi di liquido che possano avvenire incidentalmente. È bene infine avere a portata di mano, un lavabo con acqua corrente per eliminare il liquido corrosivo che possa essersi versato sulle mani prima che incidentalmente le stesse possano essere portate sul volto.

Per la erosione del foglio di rame, nelle zone da asportare del pannellino in cui si sta realizzando il circuito stampato, si fa richiamo alla vecchia tecnica di foto incisione dello



stesso metallo, per mezzo del percloruro di ferro; tale trattamento è infatti preferibile a quello con bagni a base di acidi forti, i quali possono risultare assai più pericolosi agli operatori.

Si tratta dunque di preparare una soluzione di percloruro di ferro (ossia di quel sale la cui formula chimica bruta è la seguente: Cl_3 Fe6 - HO), sostanza reperibile presso le ditte fornitrici di prodotti chimici, con acqua distillata, o per lo meno, fatta bollire a lungo, in modo che precipiti tutti i minerali che contiene allo stato di sali solubili e quindi filtrata più volte attraverso tamponi di cotone pulitissimi. La densità della soluzione in questione deve essere portata a 40 gradi Beaumè, ed il bagno in questione deve potere essere riscaldato, a bagno maria, in continuazione alla temperatura di 30 o 36 centigradi. In queste condizioni di temperatura e di densità, il trattamento avviene molto regolarmente ed in un tempo relativamente ridotto: per la precisione un laminato di rame dello spessore di 5/100 di mm. come è quello che si trova sulla maggioranza dei pannelli per circuito stampato, viene eroso in 5 o 6 minuti. Contrariamente all'apparenza non è indispensabile che i recipienti siano del tipo stretto e di notevole altezza, è anzi preferibile che durante l'erosione, essi riposino su di un piano orizzontale, magari sostenuti, a metà altezza, in seno al liquido corrosivo, da blocchetti o da colonnine di plastica o di porcellana, (ottimi anche dei grossi isolatori per impianti elettrici). In fig. 4 è appunto suggerita la disposizione adatta per il trattamento: come si può notare, diversi circuiti possono essere messi ad incidere nello stesso bagno, nello stesso momento, purché essi siano sufficientemente spaziati uno dall'altro e purché ciascuno di essi, possa essere raggiunto in ogni punto della superficie di rame, dal bagno. In genere è utile agitare la soluzione del bagno, mentre il trattamento ha luogo, usando ad esempio, una bacchetta di vetro o di politene o plexiglass, allo scopo di favorire il distacco dalle superfici delle bolle di aria che vi aderiscono in principio, e poi, dalle bolle di gas che durante l'erosione potranno formarsi; è però da precisare che una agitazione molto attiva non è consigliabile in quanto essa può dare luogo ad una rapida penetrazione del bagno corrosivo, anche sotto la vernice protettiva, così da ridurre notevolmente la larghezza delle zone di rame che debbono essere lasciate, e quindi aumentando la resistenza ohmica dei conduttori del circuito stampato.

Una volta che le zone da asportare del laminato di rame siano state totalmente erose, il che si potrà accertare di preferenza con l'osservazione diretta, da fare estraendo momentaneamente il pannellino dal bagno con un paio di pinzette di plexiglass (facili da acquistare negli empori, tra gli articoli di forniture per cucina), si tratterà di interrompere immediatamente la ulteriore azione della sostanza corrosiva la quale potrebbe riuscire a continuare la corrosione sotto la vernice protettiva. Per ottenere questo, è meglio non limitarsi ad una lavatura sia pure accuratissima ed a fondo, in acqua abbondante; prima del lavaggio, sarà anzi da preferire un bagno di neutralizzazione, che potrà essere contenuto in un recipiente simile a quello che conteneva la soluzione corrosiva, ma pieno invece di una soluzione di bicarbonato o di carbonato di sodio, al cui contatto, le tracce di percloruro di ferro ancora presenti sul pannello, non tarderanno a reagire, formando dei composti neutri e non più corrosivi. Questa reazio-



FIGURA 2 a

ne sarà resa evidente dalla formazione lungo i bordi delle zone protette del pannello, di una piccola quantità di schiuma bianca o giallastra. Qualora si abbia a disposizione un dispositivo per la misurazione della basicità delle soluzione si potrà accertare di tanto in tanto che il pH alcalino della soluzione in questione sia di circa 8,5; dato poi che l'azione della neutralizzazione che la soluzione esercita sul sale di ferro, porta ad una graduale diminuzione di tale basicità, si tratterà di tanto in tanto aggiungere alla soluzione altri piccoli quantitativi di bicarbonato o carbonato di sodio che compensino quelli che man mano si saranno alterati.

Al bagno di neutralizzazione si farà seguire finalmente il lavaggio del pannellino inciso, in molta acqua corrente e quindi all'asciugatura dello stesso, in un posto in cui vi sia dell'aria secca e temperata esente da polvere.

Naturalmente, prima della esecuzione dei collegamenti su questa filatura stampata, occorreranno altre operazioni preparatorie, quale quella della eliminazione dalle zone di rame rimaste sul pannellino perché protette dalla vernice speciale, della vernice stessa, la cui presenza, impedirebbe l'applicazione dello stagno per le saldature, inoltre lungo le zone di rame rimaste, dovranno anche essere eseguiti dei fori, attraverso i quali si faranno passare i terminali dei componenti da ancorare, dopo averli tagliati nella minima misura accettabile.

Per la eliminazione della vernice protettiva si trae vantaggio del fatto che tale sostanza è in genere solubile a molti liquidi organici, e specialmente agli idrocarburi semplici, quale il benzolo e la trielina, per cui per prima cosa, si passa sul pannellino, un batuffolo di cotone bene inumidito di una di queste sostanze, allo scopo di ammorbidire e quindi di asportare definitivamente la vernice. Poi, seccato il solvente, si tratta di eliminare le ultime tracce della vernice stessa, passando a secco, sulle superfici, un batuffolo di lana di acciaio molto fine, senza premere troppo ma pur cercando di rendere ben viva e brillante la superficie del rame.

Al termine di questa operazione si avrà a disposizione il pannellino di bachelite su cui si troveranno le varie zone di rame che serviranno per la filatura. In queste, in corrispondenza degli ingrossamenti, appositamente previsti, si tratterà di eseguire altrettanti fori, del diametro di mm. 1 od 1,5, preferibilmente con un piccolo trapano a mano e con puntine apposite, facili da acquistare presso qualsiasi ferramenta. Per la esecuzione dei fori il pannellino dovrà essere tenuto con il rame rivolto verso l'alto, e posato su di un blocco di legno perfettamente piano, di superficie almeno pari a quella del pannello. La punta del trapano deve per prima cosa aggredire il sottile laminato di rame e quindi attraversare completamente il supporto fenolico del pannello. La punta del trapano deve essere tenuta perfettamente perpendicolare al piano del pannello. Fare attenzione nella esecuzione dei fori, a non produrre delle sbavature del rame, e, peggio ancora, a non determinare il distacco di questo dal supporto fenolico, altrimenti il circuito stampato rischia di essere reso inutilizzabile.

Si eseguono inoltre, nel pannello di bachelite in qualche punto in cui il rame sia stato asportato, dei fori, di diametro alquanto maggiore che serviranno per il passaggio dei bulloni di fissaggio del pannellino stesso ad un punto conveniente dell'interno della valigetta del giradischi amplificato, pochi altri fori, poi,

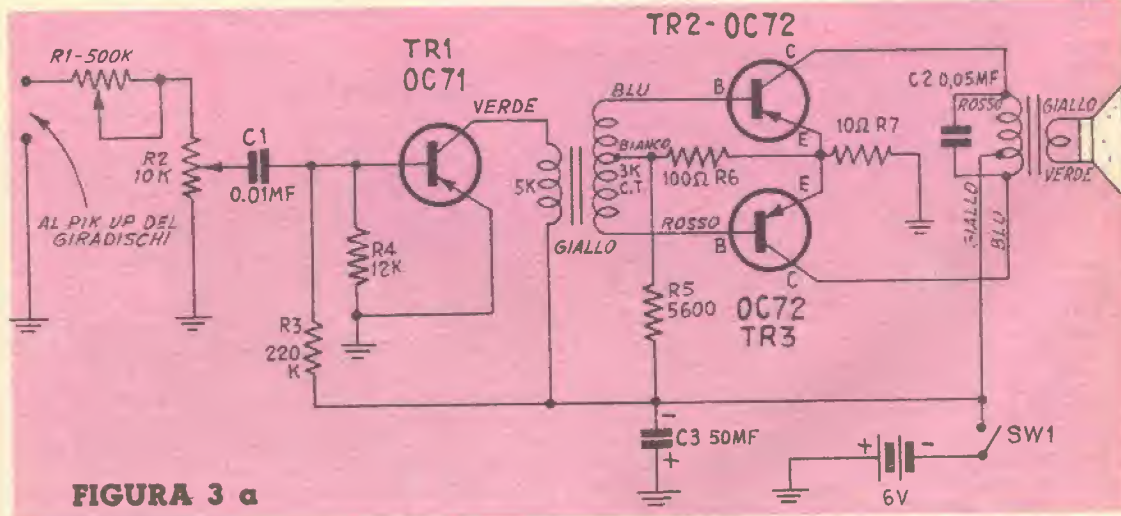


FIGURA 3 a

andranno eseguiti sul pannello, per il passaggio di alcuni bulloncini per l'ancoraggio di alcuni dei componenti più pesanti dell'apparecchio, quali ad esempio, i trasformatori, e nel caso di apparecchi di altro genere, il condensatore variabile, i trasformatori di media frequenza, la antenna in ferrite ecc.

Nei fori appositamente previsti si fanno passare dunque i terminali dei vari organi e si nota quale deve essere la lunghezza minima alla quale i terminali stessi debbano essere lasciati, perché non ingombrino troppo ed al tempo stesso, ne sia possibile la saldatura alle zone di rame laminato. Si tagliano via le porzioni in eccesso dei vari conduttori e quindi si reinseriscono i terminali rimasti, nei fori, in modo che gli ograni man mano applicati vengano a trovarsi tutti sulla faccia del pannello di bachelite opposta a quella dalla quale si trovano le zone di rame laminato che debbono costituire la filatura. A questo punto, e cercando di premere alquanto i vari componenti contro il pannello, si effettua la saldatura dei loro terminali al rame che circonda immediatamente i fori attraverso i quali i terminali stessi affiorano alla faccia opposta del pannello.

E doverosa a questo punto una interruzione all'argomento principale, per mettere bene a fuoco l'argomento delle saldature. Cominciamo col dire che le saldature stesse debbono essere eseguite di preferenza con lega per saldare ad elevata percentuale di stagno, le quali, possono essere fuse a temperatura assai inferiore di quelle che contengono nella composizione, una minore percentuale di stagno. Meglio ancora poi sarebbe il fare uso di leghe speciali che almeno nelle grandi città sono adesso reperibili anche in Italia e che sono fusibili a temperature ancora più basse, pur assicurando la esecuzione di ottimi collegamenti elettrici. Tale precauzione è indispensabile dal momento che se per la saldatura si è costretti ad applicare alla lega fusibile e quindi anche alle zone di rame laminato, delle temperature eccessive o per tempi prolungati, si rischia di determinare il distacco irreparabile delle zone di rame stesso, dal supporto fenolico, con distruzione quasi certa del circuito stampato. Per lo stesso motivo si eviti di usare saldatoi comuni di potenze superiori ai 20 watt, o con testina saldante di grandi dimensioni tali che rendono impossibile di agire con il saldatoio stesso solamente sulla zona che interessi, evitando di somministrare del calore anche alle zone adiacenti del materiale. Saldatoi ideali sono quelli di piccolissime dimensioni, della potenza che si aggira sui 10 watt, e riscaldamento abbastanza rapido e con la testina a forma di scalpello, della larghezza di 3 ed anche meno, mm. Con questi accessori, si eseguono delle perfette saldature senza danneggiare per niente il laminato ed il supporto che rimangono uniti con la massima tenacia, in ogni modo è sempre da evitare di tenere il saldatoio sulle parti da saldare, per un tempo maggiore di quello strettamente indispensabile. Da evitare assolutamente l'impiego di mordenti acidi od a base di cloruro di zinco, anche se perfettamente neutralizzato, con il quale si rischia di determinare una corrosione sia pure lenta della sottile foglia di rame e quindi una più o meno prossima interruzione dei collegamenti. Il mordente, o meglio, il disossidante più adatto, è rappresentato certamente dalla colofonia chiara, materiale questo assai economico e facilmente reperibile in ogni drogheria.

Ancorati e saldati dunque tutti gli organi che debbono trovare posto sul pannello, si completa il montaggio facendo partire dallo stesso le coppie di fili dirette, rispettivamente, all'altoparlante, alla batteria di alimentazione ed al potenziometro di volume, R2. Il montaggio non è affatto critico nè richiede alcuna messa a punto.

Se esso sarà stato eseguito correttamente, impresa, questa, del resto abbastanza facile, dovrà funzionare subito, ed infatti, collegando alla entrata, ossia magari direttamente al filo proveniente dal cursore dell'R2 e diretto al condensatore C1, il filo interno della cartuccia del pick up e la calza schermante dello stesso alla linea di massa del montaggio, ossia al punto contrassegnato con il segno +, e con la batteria e l'altoparlante inseriti, dovrà essere possibile l'ascolto della registrazione del disco messo sul giradischi.

Più tardi si potrà controllare la sezione di entrata formata dei potenziometri R1 ed R2 per mezzo dei quali dovrà essere possibile, come già e stato accennato, effettuare rispettivamente una correzione del tono della riproduzione e variare il volume della stessa, da un minimo, ad un massimo.

Il volume di uscita dell'amplificatore dipende in parte anche dalla tensione erogata dal pick up che deve di preferenza essere piezoelettrico, ossia ad elevata impedenza: per ottenere pertanto una potenza soddisfacente conviene usare un pick up a forte uscita; del resto non difficile da trovare sul mercato, quale anche lo Staar.

L'interruttore generale, che in genere è coassiale con il controllo di volume, R2, può essere usato al tempo stesso per dare corrente all'amplificatore ed al motorino giradischi, specie se si sia acquistato un giradischi a batterie del tipo con fermo automatico. In questo modo, infatti quando interesserà trasportare il complesso chiuso, sarà evitato il pericolo che il motorino entri da se in funzione magari per lo spostamento del braccio del pick up, avvenuto inavvertitamente per una vibrazione durante il trasporto stesso. Per concludere, precisiamo anche che l'amplificatore illustrato può anche essere usato con ottimo successo, in unione con un semplice ricevitore a diodo o ad un transistor, per permettere l'ascolto in altoparlante.

TECNICHE VARIE DI
PRODUZIONE DI CIRCUITI STAMPATI SU LAMINATO

Vi sono diversi metodi per la produzione di circuiti stampati, del tipo in laminato, quando la produzione stessa debba essere condotta su scala media o grande e le varie industrie adottano uno o l'altro di questi, a seconda di fattori quasi sempre soggettivi; quasi tutti i metodi comunque basano la lavorazione in serie sulla possibilità di applicare con grande rapidità sul laminato, la vernice protettiva nelle zone in cui interessa che il rame rimanga in modo che grandi quantitativi di pannelli stampati possano essere successivamente sottoposti ai bagni di corrosione ed a quelli successivi. Un sistema che incontra molto favore è quello della applicazione della vernice «stampando» letteralmente il laminato, sotto un apparecchio di serigrafia che può essere manuale come anche semi automatico oppure completamente automatizzato. In pratica con questo metodo si tratta di preparare lo schermo di seta in modo che esso rimanga attraversabile dall'inchiostro (e nel caso nostro, dalla vernice protettiva, solamente in quelle zone in cui interessa che il rame del laminato rimanga sui pannelli); la seta viene invece resa impermeabile in tutti gli altri punti cosicché attraverso questi la vernice non ha modo di passare per andare a posarsi sul pannello di laminato. L'applicazione è in sostanza analoga al procedimento di stampaggio su carta o su qualsiasi altro materiale, con il sistema della serigrafia. Occorre quindi per la produzione in scala media il telaietto di seta delle adatte dimensioni, preparato, come si è detto in maniera che possa essere attraversato dalla vernice nei punti corrispondenti alle zone di rame che interessa conservare e mantenuto impermeabile in tutti gli altri punti.



Disposizione per una produzione in piccole o media serie, di circuiti stampati con il sistema della serigrafia: è importante la scelta della grossezza delle maglie dello schermo, nonché quella dell'inchiostro o della vernice di riserva.

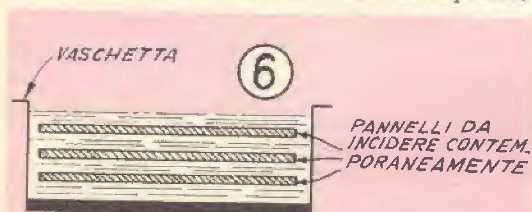
Esiste poi il metodo fotografico o fotomeccanico, che in sostanza si basa sulla preparazione di una matrice fotografica su pellicola o su lastra trasparente, del circuito stampato da riprodurre. A parte si tratta poi di «sensibilizzare» tutti i pannelli da stampare con lo stesso circuito, applicandovi sulla superficie del laminato di rame, uno straterello di una sostanza fotosensibile, ossia di uno dei comuni materiali che sono usati nelle lavorazione fotomeccaniche, sostanze cioè che hanno la proprietà di essere solubili ciascuna in un determinato solvente, in condizioni normali, ossia prima che la luce le abbia colpite, ma di perdere completamente questa solubilità, nelle zone di esse che siano state colpite dalla luce di adatta intensità. E evidente che dopo l'azione della luce proiettata attraverso la matrice fotografica, i pannelli così trattati e quindi immersi in un adatto bagno solvente abbandoneranno lo strato di sostanza fotosensibile nelle zone che non saranno state colpite dalla luce mentre ne rimarranno coperti nelle zone in cui la sostanza abbia perso la sua solubilità perché colpita dalla luce. Le zone di sostanza fotosensibile rimaste sui pannelli avranno la caratteristica di impedire il contatto del bagno corrosivo con il rame che esse coprono, permettendo a questo di rimanere nelle zone stesse e potere più tardi essere utilizzato come conduttore, del circuito stampato. Tra le sostanze fotosensibili, ricordiamo quella a base di gelatina e bicromato di potassa, miscela questa che è solubile abbastanza bene nell'acqua tiepida, quando non abbia subito l'azione della luce ma che diviene insolubile allo stesso liquido e quindi anche al bagno corrosivo, che è a base di acqua, una volta che sia stato investito dalla luce per un tempo sufficiente.

Una miscela di questo genere si prepara, ad esempio, realizzando una soluzione in acqua tiepida al 25 per cento, di gelatina normale

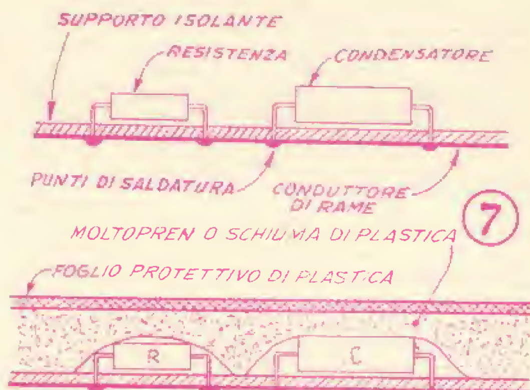
(quella usatissima per la preparazione di creme, marmellate, ecc, od anche la colla di pesce), e si lascia la soluzione stessa per qualche giorno in ambiente esente da polvere; a parte si prepara una soluzione di bicromato di potassio purissimo, in misura di 7 parti di questo, in 100 di acqua distillata. Al momento dell'uso si mescolano 2 o 3 parti in volume della soluzione di gelatina (che nel frattempo sarà divenuta fluida), con una soluzione di bicromato, agitando bene pur evitando la formazione di bolle di aria. Questa sostanza una volta mescolata si applica col pennello, e si può conservare all'oscuro, in ambiente esente da polvere, per due giorni al massimo. Operare in recipienti esclusivamente di vetro e di plastica senza tracce di metalli.

Altra sostanza fotosensibile e di facile preparazione è rappresentata dal bitume di Giudea e dei suoi surrogati, materiali questi che sono abbastanza bene solubili in solventi organici a base di idrocarburi (benzolo, benzina, ecc.), ma che divengono insolubili negli stessi dopo essere stati colpiti da luce di sufficiente intensità e per un tempo abbastanza prolungato. Il bitume fotosensibile si prepara in questo modo: si prepara una soluzione di bitume in polvere (drogherie), si aggiungono 3 volumi di etere (rispetto alla quantità di cloroformio usato); si agita bene e dopo alcuni giorni di riposo, si decanta per versare via le sostanze liquide; si lava quindi la massa resinosa rimasta con poco etere, poi si lava ancora con alcool, si filtra e poi si lascia seccare il deposito, mantenendolo protetto dalla polvere e distante da fiamme; per l'uso, si prepara la miscela di grammi 5 di bitume così raffinato, grammi 0,5 di balsamo del Perù e 0,9 decilitri di benzina rettificata per smacchiare, esente da teraetile di piombo come da altre sostanze antidetonanti e da sostanze grasse; si aggiungono anche alcune decine di gocce di essenza di lavanda.

E' bene che tutte queste operazioni come quelle che si riferiscono alla gelatina bicromatata, siano condotte in ambiente a luce molto ridotta e comunque schermata di rosso; è altresì utile conservare le sostanze fotosensibili, in boccette di vetro scurissimo colorato in bruno, piuttosto che in verde o blu. La esposizione dei pannellini sensibilizzati si fa per contatto sotto la pellicola o la lastra su cui sia stato disegnato in tratti neri di china, tutto il circuito stampato; per la esposizione occorre usare una luce molto concentrata e fortissima, allo scopo di evitare di essere costretti a prolungare eccessivamente la esposizione stessa sotto lampade di media potenza, con conseguente perdita della convenienza del procedimento. Può andare ottimamente anche una lampada ad arco autocostruita, alimentata con una tensione di 40 o 50 volt. Evitare invece di utilizzare la luce naturale ossia quella dei raggi sia pure diretti del sole.



Disposizione che si può attuare per il trattamento nel bagno corrosivo di un certo numero di pannelli stampati, ogni volta, per la riduzione dei tempi e dei costi di produzione. La spaziatura tra i pannelli deve essere eseguita per mezzo di blocchetti di ceramica di piccolissime dimensioni.



Possibilità di protezione degli elementi di un circuito stampato, da urti che potrebbero determinare il distacco di qualche componente; il materiale preferibile per la protezione è il Moltopren della Bayer, ossia una plastica espansa isolante ed imputrescibile.

Segnaliamo inoltre che molte case produttrici di materiale fotografico hanno nel loro assortimento prodotti fotosensibili di questo genere assai perfezionati, e già pronti, ad essi, si indirizzeranno quindi i lettori che preferiscono evitare le manipolazioni chimiche.

VERNICE ED INCHIOSTRO PROTETTIVO

Le caratteristiche alle quali questa sostanza deve rispondere, sono in linea di massima: assenza di grumoli, o di corpuscoli solidi che impediscano l'applicazione della stessa per mezzo di pennelli, di tiralinee, e nel caso della serigrafia che possano appunto attraversare senza inconveniente la trama del tessuto per andarsi a depositare sul laminato da proteggere. Scorrevolezza, condizione questa, indispensabile perché la sostanza possa essere distesa in strato uniforme con pennelli, ecc. Adesività, necessaria perché la sostanza stessa aderisca alla perfezione alle superfici di rame alle quali viene applicata e che è chiamata a proteggere dalla azione del bagno corrosivo, particolarmente attivo lungo i bordi delle zone protette. Inattaccabilità, alle sostanze che formano il bagno corrosivo, altrimenti essa stessa tende ad essere rimossa invece che esercitare la sua azio-

ne protettiva. Resistenza alla temperatura, o meglio, alla elevazione della temperatura impartita al bagno per renderlo più attivo ed anche alla elevazione che il bagno stesso subisce automaticamente, dal verificarsi della reazione molto attiva della corrosione del rame da parte del bagno di percloruro di ferro.

Per l'applicazione a pennello, o con lo schermo serigrafico, si può usare una vernice protettiva formata di 25 grammi di colofonia chiarissima, polverizzata; 200 grammi di cera vergine di api; 400 grammi di nerofumo. Fare fondere lentamente mescolando con attenzione in recipiente smaltato, aggiungendo 200 grammi di essenza di trementina. Constatare la consistenza della massa dopo il raffreddamento, se questa è troppo tenace, aggiungere altra essenza di trementina a piccoli quantitativi, ogni volta, allo scopo di non aggiungerne troppa. Per l'applicazione della vernice protettiva con tiralinee o con pennini, usare una diluizione più marcata evitando anche questa volta che divenga eccessiva.

In ogni caso ciò che è indispensabile è che gli strati di vernice protettiva applicati, siano perfettamente uniformi e continui, dato che attraverso tutte le interruzioni che potrebbero esservi lasciate, potrebbe in seguito penetrare il bagno corrosivo che andrebbe ad aggredire il laminato di rame; è quindi utile ripassare due o più volte ogni circuito stampato eseguito con tiralinee, pennelli e pennini, onde avere la certezza di avere coperto alla perfezione tutte le zone da proteggere.

Questa vernice protettiva, può essere tolta dopo l'azione del bagno corrosivo, dalla superficie di rame per rendere possibile l'esecuzione sul metallo, delle connessioni, per mezzo di una sostanza liquida solvente; quale ad esempio, la trielina, o la benzina rettificata, l'essenza di trementina ecc., passata magari con un batuffolo di lana di acciaio, od anche con un vecchio spazzolino per denti, di nylon.

APPLICAZIONE DELLA VERNICE PROTETTIVA PER TRASFERIMENTO

Vi sono diversi altri sistemi che talvolta incontrano favore per dei loro particolari atteggiamenti; essendo comunque questi fuori dagli intendimenti della presente trattazione specialmente dedicata agli sperimentatori, accenneremo ad essi solamente per quel tanto che possa bastare per segnalare la loro esistenza; senza intrattenerci su di essi, dal punto di vista pratico. Nella quasi totalità, questi sistemi si basano sul principio della applicazione della vernice protettiva sul laminato di rame secondo le linee corrispondenti al circuito stampato che si vuole realizzare, in maniera analoga a quella con la quale avviene la stampa tipografica o quella litografica. Per dare un esempio, segnaleremo un caso specifico. Immaginiamo cioè di volere realizzare stampata su rame una dicitura (quello che vale per la dicitura vale anche per qualsiasi linea del circuito stampato), facendo in modo che il rame del laminato rimanga sul pannello solamente in corrispondenza alla dicitura stessa, mentre sia eliminato dal resto della superficie del pannello. Immaginiamo, per la precisione di volere realizzare una dicitura che abbiamo già su di un timbro di gomma; in questo caso basterà inchiostrare il timbro stesso con la vernice protettiva invece che con lo inchiostro comune, e quindi, premere con attenzione il timbro stesso sulla superficie del rame che forma il laminato: in queste condizioni, sollevato il timbro dal pannello, si noterà impressa sulla superficie del rame, la dicitura che interessa realizzare, costituita dalla traccia della vernice protettiva depositata sul rame stesso, dalle zone in rilievo del timbro. Si tratterà quindi di fare seccare bene la vernice protettiva e quindi introdurre il pannello nel bagno corrosivo: da questo momento in poi, il procedimento tornerà ad essere quello convenzionale, dato che al termine della erosione, avremo sulla superficie del pannello delle zone di rame solamente in corrispondenza dei tratti che formavano la dicitura del timbro di gomma, trasferita sul pannello stesso. Va quindi da se che nello stesso modo in cui abbiamo ottenuto la dicitura su rame, avremmo potuto ottenere un intero circuito stampato, purché si fosse in precednza preparato un timbro di gomma o di altra sostanza con le linee del circuito stampato. Come si vede, anche questo sistema è economico, specie quando siano ammesse certe piccole tolleranze, come ad esempio, nel caso di piccoli amplificatori e di piccoli ricevitori a transistor, del tipo magari descritto nel presente articolo per cui, le caratteristiche dei vari conduttori dei circuiti stampati non siano estremamente critiche. Segnaliamo, ad esempio, che tale sistema di trasferimento del circuito stampato sui pannelli viene adottato da piccoli commercianti ed industriali che forniscono, anche in Italia come del resto, all'estero, delle scatole di montaggio di piccoli apparecchi oltre che i piccoli apparecchi già montati. Lo stesso, dicasi anche per gli amplificatori a transistor per giradischi a batteria, realizzati in serie di media entità, ed in versioni economiche da diversi laboratori radio semiartigiani; tale sistema appare uno dei migliori tra quelli semplici e consente appunto di ridurre molto il costo da ammortare per la produzione delle piccole serie, per le quali non varrebbe la pena, la preparazione di matrici fotografiche da trasferire sui pannelli sensibilizzati, né l'impiego di apparati per serigrafia e simili, che rientrano comunque anche essi tra i sistemi più economici.

NOTE PRATICHE DI
PROGETTAZIONE DI CIRCUITI STAMPATI SU LAMINATO

Una trattazione sui circuiti stampati non può considerarsi completa senza una descrizione da un lato di tecniche accessorie per la realizzazione di forme speciali di questi circuiti e dall'altro, di una serie di nozioni e di accorgimenti che possono servire per la realizzazione dei circuiti stampati nella loro forma convenzionale, ossia quella in cui essi sono costituiti dal laminato di rame applicato su pannelli di resine isolanti, specialmente a base fenolica.

Cominceremo da questo argomento per passare poi all'altro, ugualmente interessante specialmente per coloro cui piace eseguire esperimenti sempre nuovi, nel campo della elettronica.

LAMINATO RAME-ISOLANTE

Come è facile constatare, è il più usato per la realizzazione di circuiti stampati, almeno in quelli destinati ad apparecchi di uso comune, quali ricevitori a valvole o transistor, amplificatori, oscillografi, e perfino ricevitori per te-

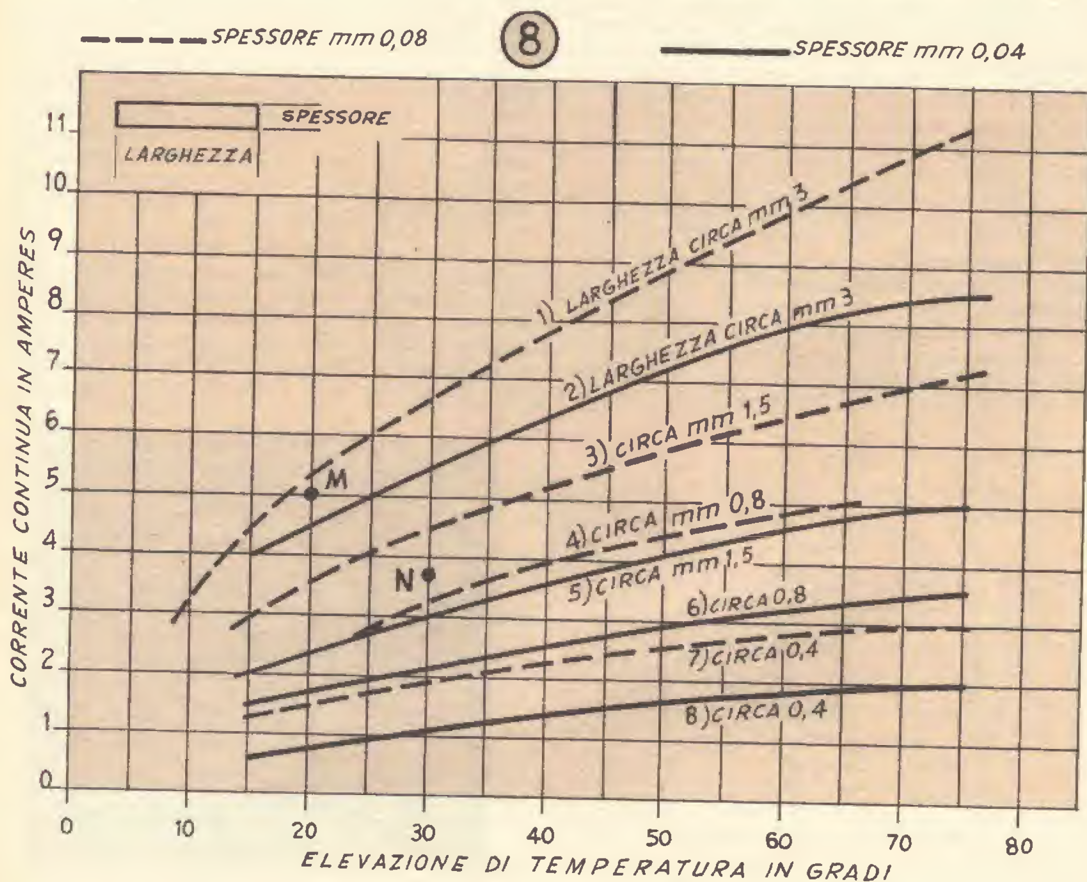


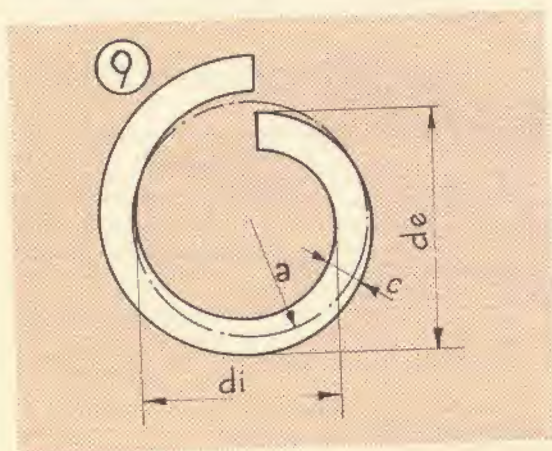
Tabella prontuario dell'elevazione di temperature nei conduttori di un circuito stampato, ossia costituito da foglia di rame su supporto isolante, in funzione delle loro dimensioni fisiche ed in funzione della corrente che circola su di essi. Da tenere presente che ci si riferisce a corrente continua od al più a corrente alternata di bassa frequenza. La elevazione della temperatura va considerata a partire da quella ambiente; se ad esempio la temperatura ambiente è di 30° e la elevazione indicata dal grafico è quella di 40 gradi, la temperatura del circuito stampato, in quelle condizioni, sarà di ben 70 gradi.

levisione; viene sostituito dagli altri tipi solamente per la realizzazione di apparecchi specialissimi, sia per quello che riguarda, ad esempio, le frequenze di lavoro e sia per quello che riguarda le condizioni in cui i circuiti stessi debbono operare (temperatura, presenza di vapori acidi, ecc.).

Il materiale in questione è dunque formato da un supporto di resina fenolica, su cui, ad una delle facce, od anche ad entrambe, aderisca alla perfezione su tutta la superficie un foglio di rame purissimo, relativamente sottile. Tale materiale come si è visto, è ottimo anche del punto di vista dilettantistico, ed infatti non richiede alcuna complessa attrezzatura per la realizzazione su di esso di circuiti stampati, sia in esemplari unici, che per la realizzazione di medie e grandi serie dei circuiti stessi, a seconda delle esigenze. E' vero che da alcune parti, sono sollevate voci ostili verso il materiale in questione, ad esempio, per delle presunte difficoltà che esso presenta alla realizzazione di particolari tipi di apparecchi od anche per la difficoltà di poter fare su circuiti realizzati con esso, delle riparazioni. Possiamo però dire, dopo una buona serie di esperienze su questo materiale che gli inconvenienti lamentati sono derivati solamente dalla non completa conoscenza da parte degli oppositori, di norme elementari imposte dalla stessa logica, al momento di operare sul citato materiale: in una occasione, ad esempio, abbiamo fatto visita ad un tecnico che lamentava la difficoltà delle riparazioni su apparecchi a circuito stampato, per ottenere chiarimenti; e lo abbiamo sorpreso al lavoro su un piccolo ricevitore a transistor realizzato su circuito stampato, mentre cercava di eseguirvi una serie di saldature usando un saldatoio elettrico che avrebbe assai meglio figurato sul banco di uno stagnino che su quello di un radiotecnico: si trattava di un saldatoio della potenza di ben 150 watt, e con la testa saldante larga un paio di dita, con il quale era impossibile evitare di surriscaldare tutte le parti delle quali esso veniva in vicinanza, con conseguenti danni non solo ai componenti dell'apparecchio stesso, ma perfino alla filatura stampata del circuito: accadeva infatti che investite da quel forte calore molte delle striscette di rame si distaccavano dal supporto fenolico alla quale aderivano, con evidente danneggiamento di tutto il montaggio. Ciò visto ci siamo affrettati ad estrarre dalla nostra borsa attrezzi, un piccolissimo saldatoio a stilo della potenza di non più di 10 watt, e di tipo particolarmente adatto per saldature su circuiti stampati e lo abbiamo dato al tecnico, il quale dopo le prime tre saldature eseguite su di esso, si è dovuto ricredere del tutto, delle opinioni che si era fatte sui circuiti stampati, in genere. In pratica, era bastato che il circuito fosse stato trattato per il verso giusto, perché esso non creasse più delle sorprese.

Questo laminato, dunque è prodotto da molte ditte straniere e reperibile anche da noi; in Italia, poi si sta sviluppando anche una produzione di materiale che non è davvero inferiore a quello straniero. In genere il materiale è in vendita in lastre, presso le ditte di materie plastiche, almeno nelle grandi città, ed è anche venduto, a taglio, sebbene a prezzi comparabilmente maggiori, anche dai migliori negozi di materiale radio ed elettronico.

A coloro cui piace fare esperimenti non taceremo il fatto che questo materiale può anche essere preparato dagli stessi consumatori, in piccole e piccolissime quantità con un minimo di lavorazione; tale materiale, sebbene avrà delle caratteristiche alquanto inferiori di quello del commercio, sarà tuttavia sufficiente per la





Forma caratteristica della induttanza circolare: nella figura di sinistra è la rappresentazione di una spira, con le dimensioni che sono da tenere presenti nel calcolo e nella progettazione di induttanze di determinato valore. Per le induttanze formate da diverse spire le dimensioni tipiche si prendono in riferimento del punto centrale della spira mediana. A destra: come si presenta una bobina circolare formata da 4 spire complete

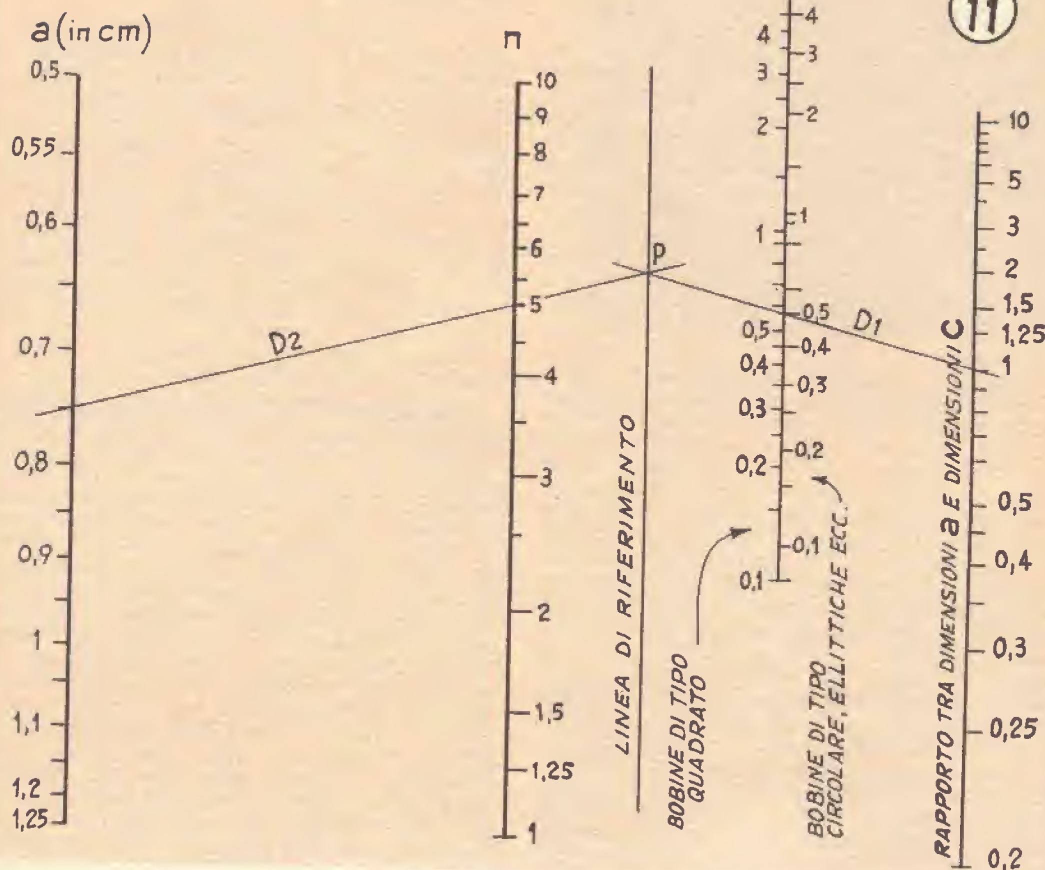


Tabella prontuario della induttanza di bobine circolari, ellittiche o quadrate, in funzione delle loro dimensioni fisiche, riprese come si è detto, sulla spira mediana. Nella penultima colonna a destra prendere in considerazione la scala che si riferisce al tipo di bobina in esame.

grande media di utilizzazioni, e quello che più conta, avrà un costo estremamente basso.

La tecnica cui vogliamo fare cenno, è quella della incollatura diretta, sulla lastrina di bachelite, di adatto spessore della foglia di rame molto sottile, mediante adesivi adatti. Per la incollatura del rame sul supporto fenolico, è da tenere presente un certo numero di elementi, tra i quali: la dilatazione dell'adesivo, e dei due materiali da unire; la temperatura massima a cui le parti incollate dovranno essere sottoposte; la resistenza della incollatura all'acqua o ad altri eventuali solventi che per vario motivo si dovranno usare; la elasticità richiesta dal laminato; le proprietà elettriche, dell'adesivo. Appare evidente ad esempio, la impossibilità di usare per la unione del rame sulla bachelite, di adesivi a base di colle comuni, oppure di emulsioni sintetiche quale Vinavil ecc., dal momento che più tardi, il pannello dovrà essere sottoposto all'azione del bagno corrosivo, contenente molta acqua, che provocherebbe prestissimo il distacco delle parti unite. Sono anche da evitare colle di tipo fusibile a temperatura relativamente bassa, perché è da tenere presente la temperatura alla quale le zone incollate andranno sottoposte al momento della esecuzione su di esse delle eventuali saldature dei collegamenti elettrici; da evitare anche delle colle troppo cristalline che impedirebbero alla unione tra rame e laminato plastico, un minimo di flessibilità.

GLI ADESIVI PIU' ADATTI. Le prove da noi eseguite hanno dimostrato che tra i migliori adesivi, figurano in genere quelli a base di soluzioni di resine fenoliche termoindurenti, non polimerizzate, che polimerizzano sotto una moderata pressione ed all'effetto del calore. Collanti di questo genere non sono difficili da ac-

quistare presso i negozi di materie plastiche: uno di questi, notevole anche per la flessibilità che permette alla unione da esso realizzata è il n. 1287 della Bostik, venduto perfino in confezioni minime, ed in tubetti. Per il suo uso si tratta di preparare opportunamente sia la superficie del foglio di rame, come anche una delle facce del pannello di bachelite; la preparazione consiste nel passaggio su entrambe le superfici di cartavetro o tela smeriglio a grana piuttosto grossolana, in modo da rendere molto ruvide le superfici, e facilitare quindi l'azione dell'adesivo. L'adesivo, deve quindi essere applicato in un piccolo strato uniforme e senza interruzioni, sia sul rame come anche sulla bachelite, quindi le superfici vanno lasciate a se stesse per alcuni minuti (per lasciare modo, a parte del solvente, di evaporare), prima che le superfici da unire siano messe a contatto; quindi si mettono a contatto le superfici stesse e si premono uniformemente passandovi sopra un rullo di gomma dura. Poi si inserisce questa specie di sandwich, tra due rettangoli di legno duro di superficie adatta e sopratutto, con le facce bene piane, e poi si stringe l'insieme con diversi morsetti piuttosto robusti. Poi questo blocco si sottopone all'azione della temperatura di circa 130°, realizzata usando come forno un vaso da fiori in terracotta coperto con un mattone e nel cui interno sia sistemata una lampadina da un centinaio di watt circa. La temperatura nell'interno del vaso non tarderà a salire al livello voluto ed alla sua azione si lascerà il blocco, per un'ora circa. Si lascia quindi raffreddare il blocco e poi si allentano i morsetti in modo da liberare il laminato di rame e bachelite, il quale potrà essere usato per la realizzazione di circuiti stampati, nelle stesse condizioni in cui si userà il laminato del commercio, con la sola precauzione di applicarvi della temperatura elevata solamente per il tempo necessario per la esecuzione delle saldature, le quali comunque vanno condotte nel modo già in precedenza illustrato.

Altro adesivo eccellente per la unione del laminato di rame e di bachelite è il prodotto della Ciba, conosciuto con il nome di « Araldite ».

MATERIALI ACCESSORI

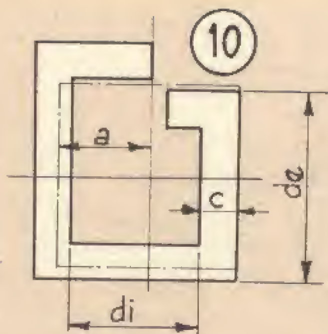
Ovviamente, per la realizzazione del circuito stampato, oltre che il laminato di rame e di supporto isolante, che serve per realizzare la vera e propria filatura, occorrono anche molti altri elementi destinati a completare il circuito, ed infatti, vi sono speciali zoccoli per valvole e per transistor, speciali condensatori speciali trasformatori con uscite rigide ecc; tutti questi organi concepiti in vista della loro unione alla filatura realizzata in circuito stampato e quindi in grado di soddisfare a particolari esigenze; tali materiali; sono facilmente reperibili rispettivamente presso le varie case produttrici, presso quelle di rivendita, anche in Italia, cosicchè sotto questo punto di vista i lettori non incontreranno alcun inconveniente, se si rivolgeranno a qualcuna delle migliori ditte già più volte da noi segnalate quali, ad esempio GBC, ecc.

TECNOLOGIA

Tra i vari elementi che debbono essere tenuti presente da coloro che si interessano di realizzazioni in fatto di circuiti stampati, e specialmente, da coloro che progettano da se circuiti stessi, ve ne sono alcuni che a torto sono invece quasi sempre troppo trascurati. Per la precisione, intendiamo riferire allo studio delle dimensioni da dare ai vari conduttori che debbono rappresentare la filatura, ed alla realizzazione, nel laminato stesso, di rame, di taluni almeno, degli organi che formano i circuiti stessi, ossia con funzione nettamente diversa da quella di semplici conduttori, che quasi sempre si crede la sola di cui delle porzioni di forma e di dimensione adatte di laminato di rame siano capaci.

DIMENSIONI DEI CONDUTTORI. Si consideri per un momento la sostanziale differenza esistente tra i conduttori convenzionali e quelli realizzati in laminato di rame, in un circuito stampato. I primi sono quasi sempre a sezione circolare e per essi, è facile rilevare la capacità di corrente, dalle apposite tabelle. I conduttori che si realizzano invece nel laminato di rame sono di forme assai diversa ed infatti, la loro sezione può essere considerata sostanzialmente rettangolare, ma con una dimensione considerevole ed una invece assai ridotta. Per la precisione, la dimensione considerevole è la larghezza dei conduttori stessi, mentre quella ridotta è rappresentata dallo spessore del laminato di rame che deve formare il circuito stampato. E quindi chiaro che dal momento che come al solito, l'area della sezione nel nostro caso, rettangolare del filo dipende dal prodotto delle due dimensioni che determinano la sezione stessa, la sezione trasversale di un conduttore di circuito stampato varia in pratica con la larghezza del conduttore stesso, che è infatti la unica dimensione variabile, dato che lo spessore del laminato, e quasi sempre lo stesso.

Al momento della progettazione di un circuito stampato è quindi indispensabile considerare a fondo quale debba essere la corrente destinata a circolare attraverso ciascun tratto dei conduttori, in modo da progettare correttamente la larghezza dei conduttori stessi. Si tratterà in pratica di dare quindi una maggiore larghezza ai conduttori chiamati a convogliare una corrente maggiore ed una larghezza inferiore a quei conduttori che dovranno essere attraversati da correnti più basse (particolarmente consistenti, dovranno quindi essere ad esempio, i conduttori destinati a convogliare la corrente di alimentazione di filamento, di valvole, specialmente se potenti). Se questo elementare principio, non viene rispettato, si rischia di determinare nei conduttori inadatti, attraversati da forte corrente, dei riscaldamenti anormali, sempre indesiderabili,





A sinistra, forma tipica di una spira di una bobina quadrata, con le dimensioni da prendere in considerazione per i calcoli. Le dimensioni sono sempre prese sulla parte centrale della spira mediana; è essenziale come del resto anche negli altri tipi di bobine ultrapiatte che la larghezza del conduttore sia mantenuta costante

sia per gli inconvenienti che apportano agli organi vicini e sia perché se portati a temperatura elevata per tempi prolungati corrono il rischio di staccarsi dal supporto di bachelite, per la stessa ragione per la quale è facile determinare il distacco delle sezioni di circuito stampato, quando su queste sia tenuto a lungo un saldatoio troppo caldo. Particolarmente dannoso è poi questo riscaldamento prolungato, nel caso che i conduttori debbano fare capo a qualche elettrodo di transistor, diodi ecc.

Da notare ancora che la elevazione di temperatura che si verifica nei conduttori percorsi da correnti elevate va sempre a sovrapporsi alla temperatura alla quale i circuiti stampati sono sottoposti nell'ambiente. Ne deriva che una ancora maggiore cautela deve quindi essere presa al momento della progettazione di circuiti stampati che siano destinati ad un uso in ambienti molto caldi, o che debbano essere installati in apparecchiature che debbano essere esposte a climi particolarmente caldi.

Pensiamo quindi di fare cosa utile a tutti gli sperimentatori, nel fornire loro una tabella prontuario, nella quale sono inserite le curve della elevazione della temperatura in funzione delle varie correnti che debbono percorrere il conduttore, oltre naturalmente che in funzione dello spessore e della larghezza del conduttore stesso. In fatto di spessori, sono stati presi in considerazione quelli più correnti dei conduttori di rame laminato che si trovano comunemente sui pannelli per circuito stampato, in commercio in Italia, ossia lo spessore di mm. 0,04 e di mm. 0,08; ossia con laminato da 4 oppure da 8, centesimi di mm. Le curve 1, 3, 4, 7 realizzate con linea tratteggiata, del grafico si riferiscono appunto al conduttore dello spessore di mm. 0,08, mentre le altre realizzate con linea continua sul grafico si riferiscono invece al laminato dello spessore di mm. 0,04. Quanto alla larghezza del conduttore stesso, poi le linee 1 e 2 si riferiscono a quella di mm. 3 circa, le linee 3 e 5, si riferiscono a conduttori della larghezza di mm. 1,5 circa ed infine le curve 4 e 6 si riferiscono a conduttore della larghezza di mm. 0,4 circa. Per tutte le altre larghezze non sarà difficile accertare il comportamento del conduttore agli effetti dell'aumento della temperatura, operando come al solito, con il sistema della interpolazione.

Facciamo un esempio: se abbiamo un conduttore realizzato in laminato di rame dello spessore di mm. 0,08 e della larghezza di mm. 0,8 circa, attraverso il quale debba transitare una corrente di 5 amperes, cerchiamo di accertare quale sia il probabile aumento di temperatura che si verificherà sul conduttore stesso, per vedere se esso possa essere troppo elevato e pericoloso sia per il conduttore stesso come anche per eventuali organi che si trovino in prossimità di esso. Si esamina il grafico e si prende in considerazione la curva n. 4 la quale come si è detto in precedenza si riferisce appunto alla larghezza di mm. 0,8, di un conduttore in laminato di rame avente lo spessore di mm. 0,08. Si osserva dunque dove la detta curva si incontri con la linea diretta orizzontale corrispondente sulla scala verticale a sinistra, alla corrente citata dei 5 amperes. Dal punto di incontro, si fa quindi partire una linea verticale diretta verso il basso che incontrerà la scala orizzontale delle temperature in un punto, dove sarà appunto indicata la elevazione della temperatura da aspettarsi nel caso citato. Si noterà infatti che la linea corrisponderà alla graduazione dei 75°, elevazione di temperatura questa assolutamente inaccettabile per la maggior parte delle realizzazioni in circuiti stampato.

Se nello stesso conduttore della curva 4, si considera ammissibile ossia massimo, una elevazione di temperatura di 20°, si vede che tale elevazione si verifica quando il conduttore stesso viene attraversato da una corrente di 2,4 amperes massimi.

Se si volesse, sempre data come massima accettabile la elevazione di temperatura di 20 gradi, ottenere la circolazione di 5 amperes, perché così richiesto dalle condizioni di funzionamento del circuito stampato, occorrerebbe adottare un conduttore di maggiore larghezza ossia uno la cui curva venga a passare dal punto M, del grafico, (punto questo di incontro tra la linea orizzontale corrispondente ai 5 amperes e la linea verticale corrispondente alla elevazione di 20°). In pratica, si adotta in queste condizioni, la curva n. 1 che si dimostra la più approssimata (preferire sempre l'approssimazione per eccesso, in fatto di larghezze e di spessori dei conduttori). In pratica quindi si adotterà un conduttore dello spessore di mm. 0,08 e della larghezza di mm. 3 circa.

Spaziatura dei conduttori. Ricordiamo che dalla spaziatura tra due conduttori dipende la capacità elettrostatica che risulta presente tra gli stessi; in pratica, la capacità è via via più grande quanto maggiore è la lunghezza dei due conduttori che si trovano affacciati e quanto minore è invece la distanza tra i conduttori stessi. Questi particolari sono dunque da tenere presenti quando si ha a che fare con conduttori percorsi da radiofrequenza o facenti parte di circuiti oscillanti, onde evitare che queste capacità aggiunte possano servire a variare le frequenze, come anche a produrre degli accoppiamenti indesiderati. Altre volte, invece queste capacità, quasi sempre di piccolo o di piccolissimo valore, sono utili e per questo, possono essere previste ottimamente, al momento della progettazione del circuito.



Esempio tipico di una bobina di tipo ellittico, formata da circa 3,5 spire; per il calcolo di questo tipo, si adottano dei valori intermedi tra quelli riferentisi a bobine circolari e quelli riferiti invece a bobine quadrate. Le spire ellittiche si preferiscono a volte per motivi di spazio

Da tenere anche presente la spaziatura dei conduttori, quando questi debbano essere percorsi da tensioni a voltaggio elevato, continue, od ancor più, alternate. In linea di massima si consiglia di adottare la spaziatura minima di 1 mm. tra conduttori che si trovino ad una differenza di potenziale, di 150 volt. Questi valori comunque sono subordinati ad altri fattori, quali, le caratteristiche dielettriche del supporto su cui il laminato è ancorato, il grado di umidità sotto il quale viene a trovarsi il circuito stesso, ecc. In linea eccezionale, si può adottare una piccola spaziatura anche con tensioni più elevate ricorrendo all'artificio di coprire l'intero circuito stampato, con una vernice ad elevate caratteristiche dielettriche quali quella a base di polistirolo, che tolga il bordo del laminato di rame dal contatto diretto con l'atmosfera, dato che è appunto nell'aria che la scarica distruttiva avviene a tensione più bassa.

Bobine ed induttanze. Anche con il comunissimo laminato di rame e resina fenolica è possibile realizzare degli elementi induttivi di piccolo valore, e comunque sufficienti per un buon numero di casi. Possono anche essere realizzate bobine a più avvolgimenti, perfettamente isolate elettricamente una dall'altra, ma ottimamente accoppiate tra di loro dal punto di vista induttivo. Naturalmente in ciascuno di questi casi, si tratta di bobine piatte ed anzi «ultrapiatte» dato che tutte le loro spire vengono a trovarsi sul piano della faccia frontale del pannello di supporto del circuito stampato.

Esistono formule ben precise che governano il valore di queste induttanze in funzione delle dimensioni e delle forme fisiche delle stesse e pertanto gli sperimentatori, potranno operare nelle loro progettazioni su dati matematici e non empirici, dato comunque che può accadere per una moltitudine di ragioni, che il valore della induttanza realizzata in base al calcolo risulti notevolmente diverso da quello previsto nel calcolo stesso, sarà sempre bene progettare la bobina stessa per un valore di induttanza maggiore di quello richiesto, in modo da poterlo in seguito correggere, con la eliminazione di qualcuna delle spire, per portare la bobina stessa al valore voluto. E' meglio anche questa volta fare una approssimazione per eccesso, dato che sarebbe ben difficile correggere una approssimazione per difetto, aumentando ad esempio il numero delle spire di una bobina già realizzata, una volta che il suo valore si dimostrasse insufficiente.

Le bobine, ovviamente non possono che essere del tipo a spirale, ma possono differire di forma, essendo a spire circolari, oppure a spire quadrate. Nella figura allegata diamo appunto l'esempio di come si presenta una bobina circolare ed una a spire quadre; ciascuno dei due tipi, ha delle caratteristiche che gli sono specifiche in linea di massima però possiamo dire che a parità di numero di spi-

re, una bobina realizzata a spire quadrate ed una realizzata invece con spire circolari, convenzionale, differiscono poco in fatto di induttanza, ragion per cui i lettori interessati, adotteranno, caso per caso, il tipo più adatto alle loro esigenze tenendo magari presenti le limitazioni e le condizioni imposte dallo spazio disponibile, come anche dalla vicinanza di zone di laminato di rame, che servano per altre funzioni. Nella stessa figura diamo anche un esempio di una bobina multipla formata da ben tre avvolgimenti indipendenti elettricamente ma strettamente accoppiati tra di loro per via induttiva. Come si può constatare quindi è evidente la possibilità di realizzare bobinaggi, specialmente per onde corte, quali ad esempio, trasformatori di accoppiamento tra valvole amplificatrici, oppure bobine multiple, formate da un avvolgimento di antenna, uno di sintonia ed uno di reazione, quale ad esempio, può dimostrarsi necessario per la realizzazione di un ricevitore dilettantistico, ecc. Non è poi detto che le bobine che debbono essere accoppiate induttivamente debbano risultare con lo stesso asse in comune ossia nella forma illustrata nel terzo particolare della figura, a volte può bastare che due o più bobine realizzate su circuito stampato, siano situate ad una distanza non eccessiva sullo stesso pannello di supporto, perché l'accoppiamento induttivo possa verificarsi in modo assai marcato: ne deriva che qualora questo accoppiamento non sia desiderato, si tratterà di prendere opportuni provvedimenti, quali l'applicazione di una schermatura tra le due o più bobine da mantenere indipendenti.

Calcolo rapido delle induttanze "stampate". Per facilitare i progettisti e gli appassionati, in genere, nel calcolo delle bobine che debbono realizzare per le loro necessità sui pannelli di circuiti stampati, forniamo una tabella prontuario, di facile consultazione dalla quale sarà facilissimo rilevare, in funzione delle caratteristiche fisiche della bobina che si intende realizzare, il valore della sua induttanza con un sufficiente grado di approssimazione. La tabella avrà valore sia per le bobine a spire circolari che per quelle cui è stato fatto cenno, a spire quadrate; valori intermedi tra le prime e le seconde potranno anche essere considerati in riferimento a bobine a spire ellittiche che a volte si adottano, quando specialmente lo spazio disponibile sul pannello sia ristretto. Ovviamente la tabella può anche essere usata in modo inverso, e questa sua utilizzazione anzi, pensiamo, che sarà la più frequente: essa permette ad esempio, dato il valore della induttanza che si vuole analizzare, e data una delle dimensioni fisiche della bobina di calcolare con rapidità, gli altri elementi, quale ad esempio, il numero delle spire; la larghezza delle stesse, ecc. Per l'uso della tabella occorre però essere a conoscenza del significato di alcune delle grandezze che in essa vengono prese in considerazione. A, ad esempio, è il valore in centimetri del raggio medio della bobina, e rilevabile appunto dalla figura apposita, di una bobina circolare ed una quadra.



Ecco un trasformatore di radiofrequenza con nucleo di aria, formato da tre bobine ciascuna di 2,5 spire. Data la assoluta simmetria di una bobina di questo genere la si può usare ottimamente per circuiti di controfase, ecc. Per il calcolo dei valori elettrici di ciascuna delle bobine, occorre tenere presente oltre che i dati come per le precedenti, anche un coefficiente che dipende dall'accoppiamento tra di esse e dalle condizioni di carico nelle quali ognuna di esse si trova

La cifra N serve invece ad indicare il numero delle spire della bobina; L è invece il valore della induttanza in microhenries. C è la larghezza del conduttore che forma le spire, indicata in centimetri. A/C, è quindi il rapporto tra il raggio medio della bobina e la larghezza del conduttore che forma una qualsiasi delle spire.

Per l'uso pratico, si prende un filo nero sottilissimo e lo si tende sulle tre linee verticali che si trovano alla estrema destra, in modo che esso incontri la colonna contrassegnata con la lettera L, nel punto corrispondente al valore in microhenry che interessa ottenere dalla bobina ed incontri la colonna contrassegnata con il simbolo A/C, nel punto corrispondente a tale valore del rapporto nella bobina che interessa realizzare. Il filo mantenuto teso in questa posizione incontrerà la colonna intermedia di riferimenti in un punto, del quale si deve prendere nota, dato che in seguito servirà per un'altro rilevamento sulle colonne verso sinistra.

Se ad esempio, immaginiamo di dovere realizzare una bobina del valore di 0,5 microhenry e nella quale il rapporto A/C, sia uguale ad 1 si può considerare valida appunto la linea tracciata a tale proposito sul grafico.

Si passa quindi dalla parte sinistra della tabella mantenendo il filo passante sulla colonna centrale di riferimento per il punto in cui esso la interessava in precedenza, si tende il filo stesso, in modo che vada ad incontrare la colonna della estrema sinistra nel punto cor-

rispondente al valore A, in cm, ossia al valore del raggio medio della bobina stessa. In queste condizioni, il filo nero incontrerà la colonna intermedia contrassegnata con la lettera N. Nel punto corrispondente al numero delle spire che la bobina di quelle caratteristiche dovrà avere perché possa presentare la induttanza voluta. Il procedimento dovrà essere lo stesso sia per le bobine quadre che per quelle circolari, con la sola differenza al momento dell'inizio della operazione di partire sulla colonna L, dalla graduazione di destra se ci si riferisce alle bobine circolari, o dalla graduazione di sinistra se ci si riferisce invece alle bobine quadre. Per il calcolo dei diametri interno ed esterno della bobina non vi è che da applicare un semplicissimo sistema di equazioni e precisamente, De = 2A + C, e Di = 2A — C, dove C come al solito è la larghezza del conduttore ed A il raggio medio.

Resistenze "stampate". E possibile realizzare sul posto degli elementi resistivi, di valori adatti, e che possono essere corretti entro limiti assai ampi con una semplicissima operazione. Per realizzare queste resistenze basta applicare sul pannello di supporto, in zone, di esso in cui lo si sia liberato del laminato di rame dei piccolissimi quantitativi di una soluzione colloidale o di una semplice sospensione di grafite addizionata a pochissima emulsione di acetato polivinilico (vinavil), con la essiccazione della sostanza rimane aderente sul pannello, uno straterello formato quasi esclusivamente di grafite e che di tale sostanza presenta appunto la relativa conducibilità elettrica. Naturalmente occorre che il tratto che deve formare la resistenza sia in contatto, alle due estremità, con i punti tra i quali la resistenza stessa debba essere inserita, il che implica l'applicazione di un poco della emulsione di grafite anche su delle piccole porzioni del laminato di rame nelle zone di esso che debbano servire da terminali della resistenza stessa.

In linea di massima il valore ohmico della resistenza aumenta con l'aumento della lunghezza del tratto di grafite che si trova tra i due terminali ed aumenta anche con la diminuzione della larghezza del tratto stesso. Da quanto accennato è facile comprendere come sia possibile delle resistenze di valori diversissimi, ed adatti alle principali necessità; inoltre le resistenze realizzate potranno anche essere corrette, asportando con una lametta un tratto di grafite in modo da assottigliarle alquanto; in tale modo si riesce ad aumentare gradatamente il valore delle resistenze stesse sino a farlo rientrare entro i limiti voluti. Dobbiamo dire che con questo sistema non è possibile realizzare delle resistenze in grado di dissipare grandi potenze, ma del resto, nei montaggi comuni, anche il quarto di watt, e perfino l'ottavo di watt, sarà quasi sempre sufficiente. Raccomandiamo di fare terminare le estremità delle resistenze realizzate, su delle piccole zone di laminato di rame che serva da conduttore, e che faciliti la connessione delle resistenze stesse agli altri organi. Si raccomanda di usare vera emulsione di grafite, colloidale, senza aggiunte di sostanze estranee, come a volte accade, dato che queste sostanze sono in genere poco stabili e prima o poi, si alterano determinando anche una variazione in genere profonda dei valori ohmici delle resistenze ed in genere delle loro caratteristiche elettriche. Il materiale più adatto, per la precisione è quella sospensione di grafite che è venduta tra gli accessori, dalle migliori case anche italiane di materiale elettronico e che in genere viene molto usata per la riparazione dello strato resistivo dei potenziometri rumorosi, ed anche per ricostruire lo strato conduttore esterno che si trova sulla parte rigonfia della maggior parte dei cinescopi moderni, e che serve appunto da armatura del condensatore di livellamento dell'altissima tensione, condensatore questo la cui altra armatura è rappresentata dallo strato interno al bulbo pure grafitato.

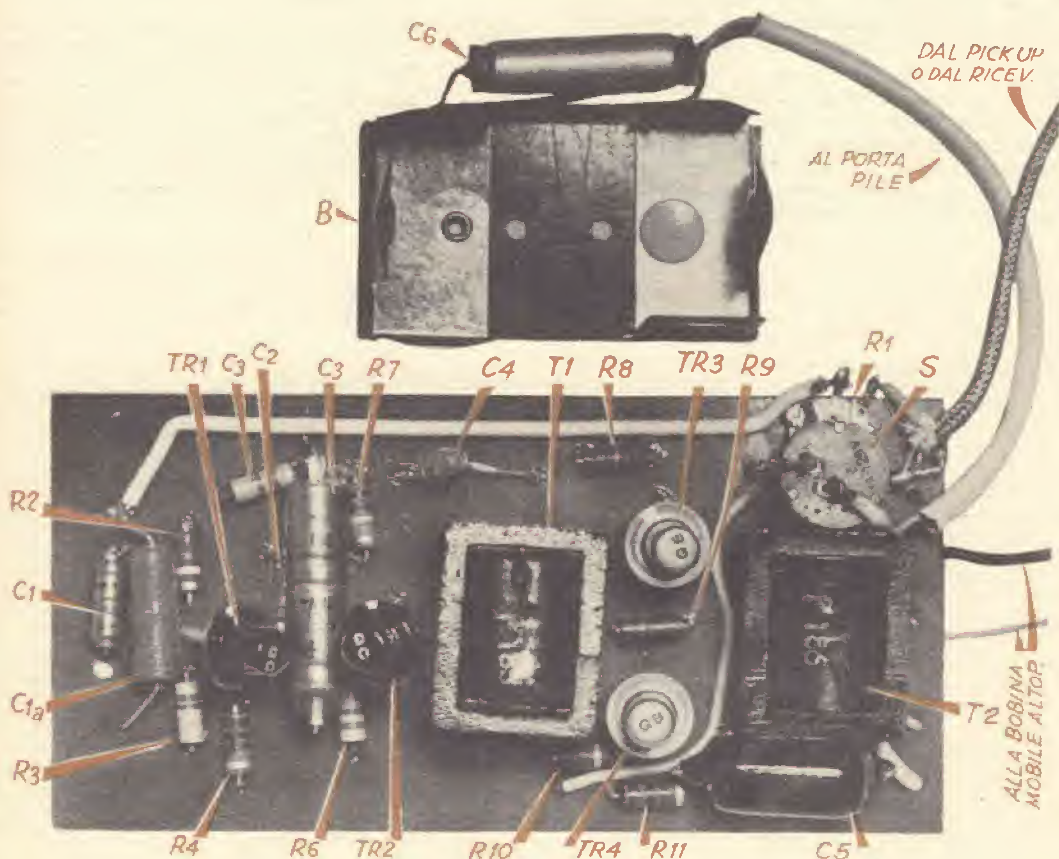
In linea di massima il profitto in questione non richiede alcun trattamento che quello di una essiccazione accurata prima di rimettere in funzione l'organo sul quale la sostanza è stata applicata. Dalla maggiore o minore diluizione della emulsione è possibile ottenere anche un controllo preliminare delle caratteristiche delle resistenze che si intendono realizzare, per passare da quelle di valore ridotto, sino a quelle di valore elevatissimo. In ogni modo, per la diluizione delle sospensioni di grafite occorre usare sempre le sostanze prescritte ed esclusivamente quelle, onde evitare qualche insuccesso; quando la dispersione della emulsione sia in veicolo acquoso, per la diluizione si deve appunto fare uso di acqua ultradistillata, che del resto non è difficile da ottenere da qualsiasi farmacia. Si raccomanda in ogni modo di effettuare se necessaria, la diluizione solamente su piccoli quantitativi di sospensione ogni volta, onde evitare che tutta la quantità della sostanza stessa sia diluita eccessivamente e quindi non più in grado per la preparazione di resistenze di valore basso. In genere conviene anche adottare per la realizzazione delle resistenze, dei tratti sia diritti che curvi, od anche a zig zag, ma che in tutta la loro lunghezza abbiano una larghezza costante.

AMPLIFICATORE PERFEZIONATO
A QUATTRO TRANSISTORS

Rappresenta una naturale conseguenza dell'amplificatore a tre transistor illustrato in precedenza, ed è destinato a soddisfare le esigenze di coloro che preferiscano il complesso più convenzionale ma nello stesso tempo, in grado di prestazioni comparabili con quelle dei migliori apparecchi del genere in commercio.

Quasi tutte le fonovaligette amplificate a transistor, in commercio attuale, di buona marca sono servite da un amplificatore a quattro transistor, della potenza di uscita di mezzo watt circa, alimentate da una piletta da 6 volt, quella stessa cioè che provvede alla alimentazione del motorino in corrente continua del giradischi, e nella grande maggioranza dei casi questa formula per la soluzione del problema della fonovaligia amplificata, risulta la migliore.

Il complesso che presentiamo, e che può essere applicato a qualsiasi giradischi a batterie, del commercio, si compone di tre stadi, il primo dei quali, nella funzione di preamplificatore di bassa frequenza, servito da un transistor OC71 o da uno equivalente di altra marca; il secondo stadio, pure servito da un OC71, adempie alla ulteriore funzione di amplificatore di tensione in bassa frequenza, segue il trasformatore T1 che al primario presenta una impedenza adatta alla impedenza dello stadio di uscita del secondo transistor e che ha il secondario con presa centrale, come occorre per determinare due segnali identici ma con perfetta opposizione, necessari per l'aziona-



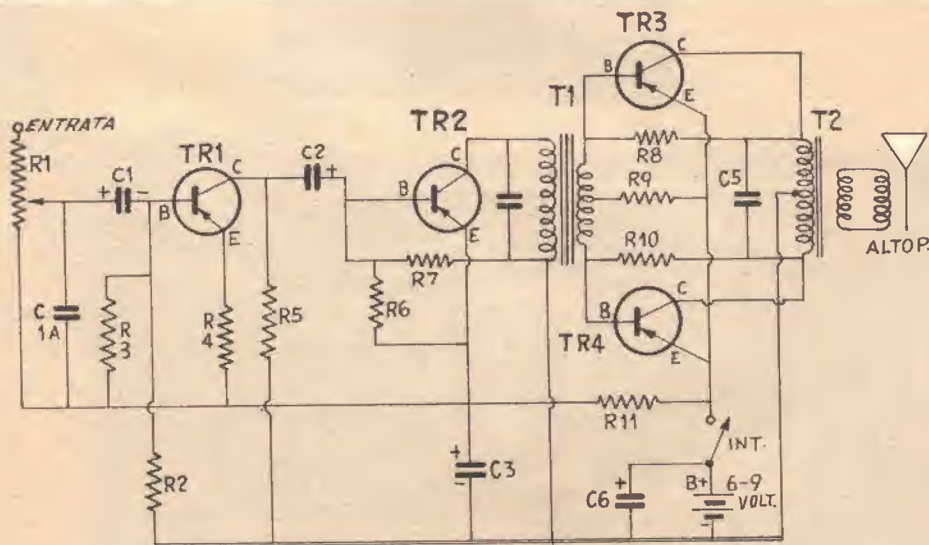
mento dello stadio successivo, di potenza servito da due transistor OC72 (o simili), funzionanti in controfase, allo scopo di assicurare una buona potenza sonora, con una distorsione quanto più ridotta fosse possibile.

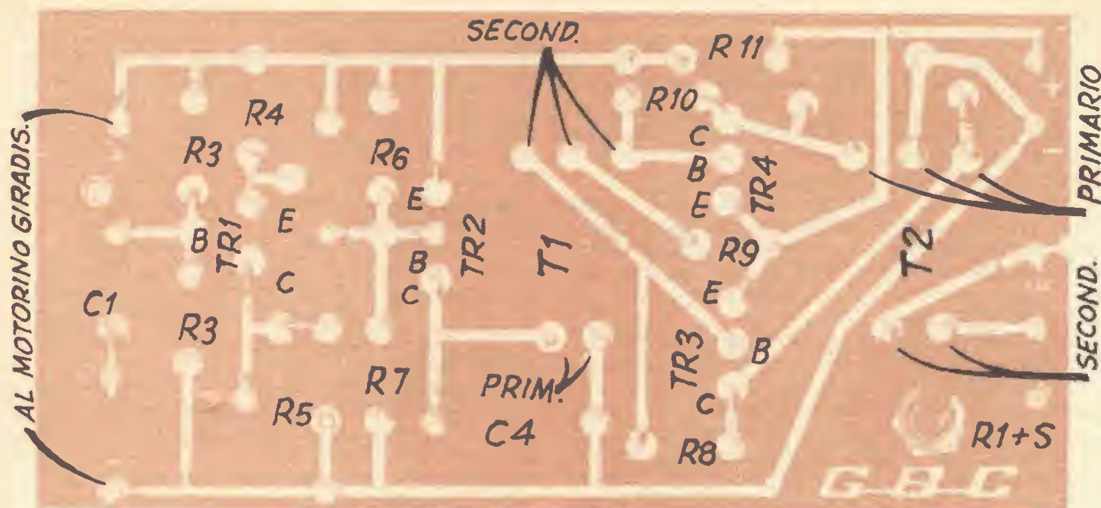
I circuiti di uscita di questi due transistor sono collegati ad un unico primario a presa centrale del trasformatore centrale, che presenta la impedenza necessaria ai circuiti stessi, e che induce il segnale al secondario a bassa impedenza adatto per alimentare direttamente la bobina mobile dell'altoparlante. L'amplificatore che quì trattiamo è notevole anche per il fatto che pur essendo servito esclusivamente da transistor con polarità PNP, presenta il collegamento alla massa, con il polo negativo, della batteria di alimentazione invece che col polo positivo della stessa come quasi sempre accade in altri apparecchi, aventi transistor dello stesso tipo; tale sistema è stato preferito per il fatto di evitare qualche piccolo incidente all'amplificatore stesso, qualora come quasi sempre può accadere il polo negativo della piletta fosse collegato alla cassa esterna ossia alla massa del motorino giradischi: se infatti tale massa venisse in contatto con la massa dell'amplificatore, non essendo la stessa allo stesso potenziale potrebbe determinarsi tra le due masse la messa, in cortocircuito perfetto, della batteria di alimentazione e quindi la distruzione della stessa in pochissimi istanti.

Come si vede, l'apparecchio è del tutto autonomo, in quanto sul suo pannello trovano posto tutti gli organi, escluso naturalmente lo altoparlante: dal pannello si dipartono poi tre gruppi di due fili ciascuno, il primo dei quali termina in una speciale staffa nella quale

Elenco parti

R1	**— Potenziometro volume miniatura con interruttore, da 10.000 ohm**
R2	**— Resistenza da ½ watt, 4.700 ohm**
R3	**— Resistenza da ½ watt, 30.000 ohm**
R4	**— Resistenza da ½ watt, 150 ohm**
R5	**— Resistenza da ½ watt, 470.000 ohm**
R6	**— Resistenza da ½ watt, 27.000 ohm**
R7	**— Resistenza da ½ watt, 150.000 ohm**
R8 R10	**— Resistenze da ½ watt, 18.000 ohm**
R9	**— Resistenza da ½ watt, 220 ohm**
R11	**— Resistenza da 1 watt, 100 ohm**
C1	**— Condensatore elettrolitico miniat. 5 mF, 12 V**
C1a	**— Condensatore a carta da 10.000 pF, basso isol.**
C2	**— Condensatore elettrol. miniat. 2 mF, 12 V**
C3	**— Condensatore elettrol. miniat. 100 mF, 12 V**
C4	**— Condensatore ceramico a perlina, da 2000 pF**
C5	**— Condensatore medio isolam., da 100.000 pF**
C6	**— Condensatore elettrol. miniat. 100 mF, 12 V**
TR1 TR2	**— Transistor PNP, preamplif. bassa frequenza tipo OC71 o simili**
TR3 TR4	**— Transistor PNP, amplificatori finali bassa frequenza, tipo OC72 o simili**
T1	**— Trasformatore entrata controfase, modello GBC P-185**
T2	**— Trasformatore uscita controfase, modello GBC P-186**
B	**— Batteria pile da 6 volt adatta per il portapile, GBC I-311**
inoltre	**— Altoparlante magnetodinamico buona qualità diametro mm. 100-150. Pannellino di laminato fenolico e rame, per realizzazione circuito stampato, dimensioni mm. 135 x 65, prodotti chimici per il trattamento di corrosione del pannello. Portapile a molletta, per batteria I-311. Cavetto schermato per connessione al pick-up. Filo per connessioni normali. Stagno per saldature. Tubetto sterlingato per isolamento conduttori dei transistors.**





Pannellino a grandezza naturale del circuito stampato

trova posto la batteria di alimentazione. La seconda coppia di fili, è quella che porta il segnale amplificato all'altoparlante; la terza invece costituita in effetti da un semplice cavetto schermato, va connessa al cavetto di uscita del pick up che viene usato per la lettura dei dischi.

La calza schermante esterna del cavetto stesso, va anche collegata alla massa del motorino elettrico del giradischi, allo scopo di eliminare il pur piccolo pericolo della formazione di disturbi dovuti a scintillio del collettore del motorino stesso, e che se non schermati vengano captati dall'amplificatore.

PANNELLO DEL CIRCUITO STAMPATO

Per il rettangolo di laminato sul quale l'amplificatore è stato realizzato, sono state adottate le dimensioni di mm. 136x67, tali per cui, con le caratteristiche dei vari organi componenti, non si è riscontrato alcun affollamento, condizione questa consigliabile specialmente a coloro che siano alle loro prime armi in fatto di montaggi a circuiti stampati e non vogliano andare incontro a degli insuccessi.

Una delle foto allegate mostra appunto il pannello, in grandezza naturale e su esso tutte le zone di rame protette e che per questo sono rimaste sul laminato, chiamate a formare altrettanti conduttori del circuito stampato. Dalla foto in questione e con l'aiuto di un compasso a punte e di una squadretta non sarà affatto difficile il rilevare la disposizione e le dimensioni di tutte le zone del circuito stampato per poterle riportare sul pannello di pari dimensioni che si userà per la costruzione dell'amplificatore. Nella foto in questione sono anche forniti dei numeri che serviranno da guida per la applicazione nel retro del pannello, dei vari organi e per la esecuzione delle connessioni. Il montaggio risulterà ancora più chiaro, dalla osservazione della foto della faccia opposta del pannello, in cui sono contrassegnati tutti i componenti, per il loro facile riconoscimento e la loro opportuna disposizione.

Il disegno del circuito stampato si riporta dunque sul laminato di rame secondo i sistemi già altra volta descritti e quindi una volta che la vernice protettiva si sia ben seccata, si provvede alla erosione del rame scoperto nel bagno apposito.

Successivamente e dopo il bagno di neutralizzazione, e la lavatura, si eseguono in corrispondenza degli ingrossamenti che si riscontrano nelle zone di rame del circuito stampato, i forellini da mm. 1,5, usando una puntina piuttosto corta in un mandrino di trapanetto da traforo.

Quindi si provvede alla detersione delle zone di rame dalla vernice protettiva e dagli ossidi per favorire l'immediata aderenza della lega di stagno per la saldatura, fatto questo, si provvede alla inserzione dei vari organi nei fori rispettivi.

Il potenziometro per il volume e che porta coassiale anche l'interruttore generale deve venire montato nel foro apposito in modo che il suo alberino di manovra sporga sul pannellino dalla faccia di questo in cui si trovano le zone del circuito stampato. I trasformatori, che sono forse gli organi più pesanti, non richiedono comunque alcun sistema di fissaggio specifico, per il fatto che i terminali delle loro uscite sono abbastanza solidi e se tagliati molto corti, come nel caso previsto in questo circuito stampato, sono in grado di provvedere ampiamente a sostenere le sollecita-

zioni imposte dal peso dei trasformatori stessi.

Delle tre coppie di conduttori partenti dall'amplificatore, solo una, ossia quella diretta all'altoparlante, si diparte effettivamente dalla faccia del pannello in cui si trovano le zone di rame del circuito, mentre delle altre due coppie, quella diretta al pic kup, costruita dal cavetto schermato, si diparte, con il conduttore interno da un terminale estremo del potenziometro di volume R1, e con la calza schermante esterna, della carcassa metallica esterna del potenziometro stesso, alla quale è del resto collegato anche l'altro terminale estremo del potenziometro.

Della coppia di conduttori provenienti dal portabatterie, il filo rosso, corrispondente al positivo della alimentazione va ad uno dei terminali dell'interruttore generale I, coassiale ad R1 mentre il filo grigio corrispondente al polo negativo della piletta va connesso al punto meno (—), passando però dalla faccia opposta del pannello. Per il condensatore elettrolitico C3, è stata preferita la disposizione più vicina alla batteria ossia con la sua diretta connessione alle linguette del portabatteria stesso, allo scopo di mantenere massimo l'effetto di protezione e di antidisturbo per il quale esso è stato previsto.

Poche sono le raccomandazioni specifiche per questo montaggio, dal momento che per esso sono sufficienti e necessarie quelle che in genere sono da adottare in qualsiasi realizzazione a circuiti stampati: sarà ad esempio di evitare di usare saldatoi troppo potenti e troppo caldi, come pure di tenere il saldatoio stesso per troppo tempo, in contatto con le zone da saldare: non occorre che i terminali dei transistors, siano tenuti troppo corti ed anzi è preferibile il contrario; per evitare poi che incidentalmente i conduttori dei transistor, piegandosi possano venire in contatto uno dall'altro, sarà sufficiente applicare sul conduttore centrale, corrispondente in tutti i casi, alla base, un pezzetto di tubicino di tela bachelizzata sufficientemente rigida e di adatta lunghezza.

Le prestazioni di questo amplificatore, sono le seguenti: potenza massima, superiore a 500 mW, con bassa distorsione, con alimentazione a 9 volt, alimentazione appunto compresa tra i 6 ed i 9 volt, secondo le preferenze. Minimo rumore di fondo.

Impedenza di uscita, adatta per altoparlante magnetodinamico sensibile da 4 ohm; il valore di C1 può essere compreso tra i 2 ed i 10 mF; tenendo presente che si adotterà la capacità minima quando interessi esaltare soprattutto le tonalità più elevate mentre si adotterà la capacità maggiore per aumentarne la resa nelle tonalità più basse. L'amplificatore può essere usato in una fonovaligia su cui sia montato ad esempio un gruppo giradischi a batteria del tipo Little Star, R/131, tenendo presente che la tensione da questo richiesta è di soli 6 volt.

Il presente amplificatore figura in vendita, nel catalogo GBC, completo in ogni sua parte, e pronto il suo montaggio. Coloro che siano pertanto nella difficoltà di approvvigionarsi i vari elementi per la sua realizzazione potranno rivolgersi direttamente alla succitata ditta, per l'acquisto diretto.

MICRORICEVITORE A 2 TRANSISTORS A CIRCUITO MISTO

Ed ecco un esempio di realizzazione mista ossia quella di un ricevitore di semplicissima costruzione, formato, da una sezione in filatura convenzionale, e da una sezione realizzata invece con circuito stampato.

Il perché di questa soluzione sarà facilmente rilevabile anche da una semplice osservazione della costruzione pratica dell'apparecchio: l'interesse cioè di realizzare un sistema abbastanza semplice ed efficiente per il collegamento e la disinserzione delle pilette al mercurio per l'alimentazione.

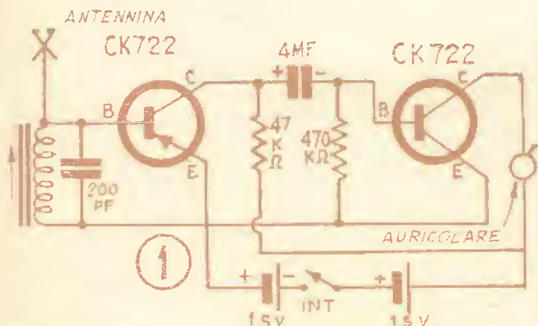
Il ricevitore è formato da due stadi, il primo dei quali, di rivelazione e di amplificazione contemporanea, servito a transistor; il secondo, di amplificazione di bassa frequenza servito dall'altro transistor. L'ascolto come è ovvio avviene esclusivamente in cuffia e la sintonia è di tipo semifisso, tale cioè da potere essere variato quando necessario, senza tuttavia disporre di un vero e proprio organo di regolazione quale un condensatore variabile, il quale avrebbe introdotto nell'apparecchio, un eccessivo ingombro.

La potenza di uscita del complesso, pur nelle sue realizzazioni così semplice, è sorprendente anche nella ricezione delle stazioni meno potenti, oppure quando per la captazione sia usata una antenna di piccolissima lunghezza, quale un pezzo di filo fatto passare lungo una manica.

L'apparecchio è anche interessante nella sua forma esteriore, infatti, la sua destinazione è quella di essere portato al polso come se si trattasse di un orologio; le dimensioni esteriori, sono minime, lato mm. 38x20 mm. di spessore, pur essendo il complesso autonomo, e cioè completo delle batterie di alimentazione.

LA SEZIONE A CIRCUITO STAMPATO.

Nella figura 3 sono illustrati i particolari dei quattro elementi che lo compongono: altro non è se non un quadratino di plexigass trasparente dello spessore di mm. 3. Il pezzo B è un altro quadrato dello stesso materiale ma nel quale si trovano, due fori simmetrici da mm. 11 ed uno, centrale di mm. 3. Il diametro dei due fori simmetrici è quello adattto per accogliere gli elementi al mercurio abbastanza facili da reperire nei negozi di elettronica ed anche presso le ditte venditrici e riparatrici di apparecchi a transistor per protesi auditiva. Il foro centrale, invece è per il bullone passante che va all'interuttore SW1, rappresentato dall'elemento D.



C1 e C2, sono le vedute delle due facce di un quadratino di supporto di bachelite avente entrambe le superfici coperte dal laminato di rame (nel caso di irreperibilità di questo mariale potrà essere usato del laminato semplice, coperto di rame da una sola faccia; in questo caso, vanno realizzati due esemplari a grandezza identica, del quadratino e quindi questi, assottigliati alquanto dalla parte del supporto fenolico passandolo per alcuni minuti su di un foglio di carta abrasiva molte fine, vanno incollati insieme, per mezzo di un adesivo a presa rapida universale; la unione poi viene assicurata mentre l'adesivo fa presa, ponendo questa specie di sandwich, sotto un certo peso, quale quello di un grosso ferro da stiro).

I numeri che nel particolare centrale della fig. 2 si riferiscono alle due facce dell'elemento C, trovano riferimento nello schema costruttivo dell'apparecchio, nella fig. 4 agli stessi nu-

Elenco parti

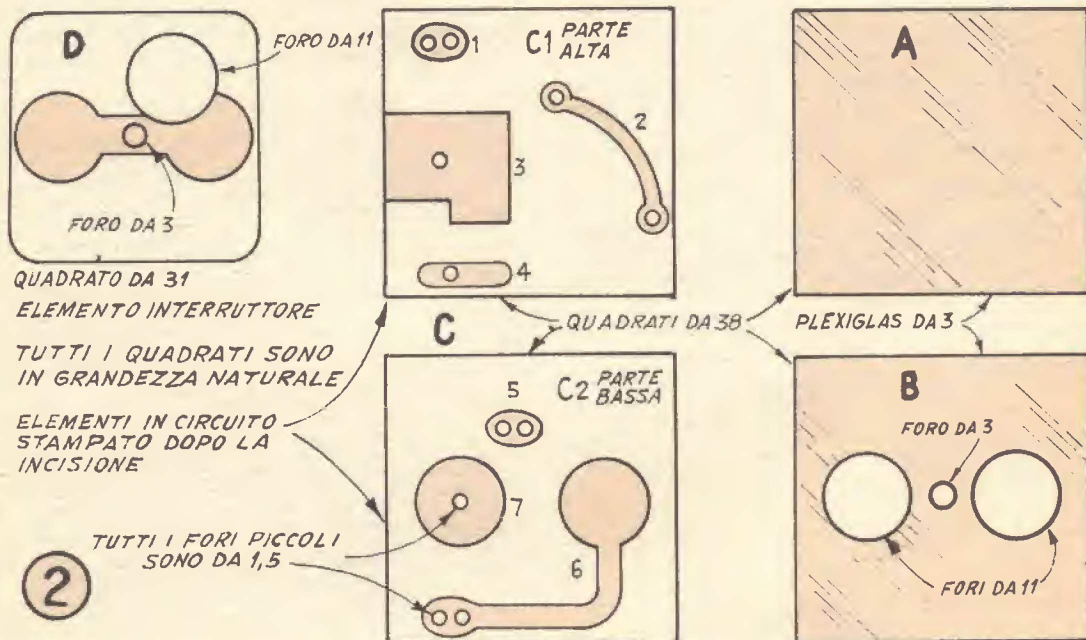
C1	**— Condensatore ceramica, a disco, da 200 pF**
C2	**— Condensatore elettrolitico miniatura da 4 mF, 6 volt**
R1	**— Resistenza da ¼ watt, a carbone, da 47.000 ohm**
R2	**— Resistenza da ¼ watt, a carbone, da 470.000 ohm**
L1	**— Bobinetta d'antenna miniatura, tipo CS1 Corbetta, dalla quale sia stata tagliata tutta la parte non necessaria ed al cui nucleo sia stata fissato con adesivo, un alberino per lo rotazione del nncleo stesso, dall'esterno attraverso la piccola manopola**
SW1	**— Interruttore generale a rotazione realizzato con un pezzetto di pannellino da circuito stampato**
TR1	**— Transistor per bassa frequenza tipo**
TR2	**— PNP, quali OC70, OC71, CK722, ecc.**
Auricol.	**— Auricolare miniatura magnetico da 2000 ohm, con cavetto di collegamento**
inoltre	**— Ritagli di lastrina di plastica e di laminato plastico per circuiti stampati**
R1, R2	**— Elementi al mercurio, a pasticca, diametro mm. 10-11, del tipo usato in genere in apparecchi miniatura per protesi di udito.**

meri. Per la precisione, i punti 6 e 7, rappresentano i punti di appoggio dei due elementi di pile al mercurio. Il 7 è quello del positivo del complesso formato dai due elementi collegati in serie. Il n. 2 serve da ancoraggio del collettore del primo transistor TR1 al piccolo condensatore di accoppiamento C2. Il n. 3 è il punto al quale è connessa una estremità della bobinetta di accordo e che rappresenta anche il punto a massa dell'intero circuito. Attraverso il piccolo foro che si può vedere nel punto 7, si fa passare un pezzetto di filo, che risulterà uscente, sull'altra faccia del laminato, attraverso il foro che si trova al centro del punto 3, quindi si taglia il filo stesso a misura e lo si salda alle due estremità, rispettivamente da una parte sul punto 3 e dall'altra, sul punto 7. Tale pezzetto di filo servirà da ponticello per portare la necessaria connessione elettrica tra le due facce del laminato.

Anche il pezzo D, è realizzato con un quadratino di laminato di resina fenolica e foglia di rame, per circuiti stampati, ma a differenza del pezzo C, questo ultimo, presenta il rame da una sola delle sue facce. Come si vede, esso è alquanto più piccolo degli altri elementi ed inoltre i suoi spigoli sono alquanto smussati, per il fatto che tale elemento deve essere libero di girare rispetto al proprio punto centrale, senza che gli spigoli stessi possano risultare in contrasto con le teste dei bulloni che si trovano in prossimità degli spigoli degli elementi, e che servono appunto a tenere insieme gli elementi stessi. L'elemento D, ha la funzione di interruttore generale del complesso ed infatti, quando esso viene fatto ruotare sino alla posizione adatta, va a chiudere il contatto su un terminale della batteria, dando corrente all'apparecchietto. E da praticare nella posizione indicata, nel pezzo, in questione, un foro passante, del diametro di mm. 11, che serva per il passaggio degli elementi al mercurio, ogni volta che interessi estrarli e reintrodurli nell'apparecchio, come ad esempio, quando ne occorra la sostituzione.

Le varie zone del laminato di rame da lasciare sugli elementi, vanno poi preparate come al solito, coprendole cioè con dei tratti di vernice protettiva, in grado di impedire il contatto della soluzione corrosiva con il metallo che appunto non deve essere aggredito. Poi si introduce i pezzetti nel bagno stesso, secondo le indicazioni fornite in occasione del paragrafo precedente e poi si eseguono le operazioni di completamento. Diremo, ad integrazione di quanto detto in occasione della precedente descrizione delle tecniche dei circuiti stampati, che quando si osserva il materiale da incidere che si trova nel bagno corrosivo, si può avere una conferma del perfetto andamento della corrosione su tutti i punti, del materiale, se su questo si osserva una tinta marrone chiara uniforme senza chiazze, le quali potrebbero stare ad indicare che qualche zona del laminato non è stata perfettamente detersa da tracce di sostanze grasse oppure, tali sostanze possono esservi state depositate più tardi con un disattento maneggiamento dei pannelli, con mani sudate o poco pulite. Al termine della incisione o dei trattamenti di neutralizzazione, lavaggio ed essicazione si provvede alla esecuzione dei fori ancora da fare, i quali comunque saranno tutti del diametro di mm. 1,5.

Si procede quindi alla preparazione dei semigruppi, ossia si uniscono gli elementi B e D



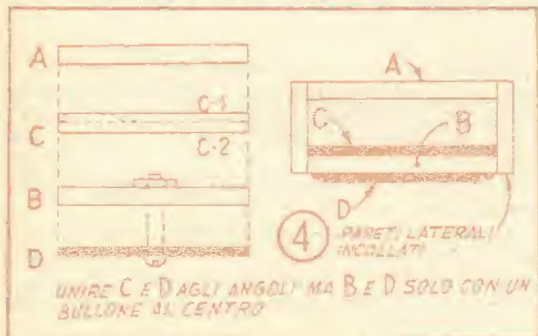
VEDUTA D'INSIEME ESPLOSA

3

SCATOLINA DI PLASTICA
PANNELLINO CIRCUITO STAMPATO
ALL'AURICOLARE
MANOPOLA SINTONIA
PLEXIGLAS DA 3
TR2
4MF06 V
470 K
L-1
200 PF
47 K
TR-1
ELEMENTI AL MERCURIO
ELEMENTO FUNZIONANTE DA INTERRUTT. ROTANTE
FILO DI ANTENNA

per mezzo di un bulloncino con il dado accertando che la testa del bullone si sprofondi nel foro svasato del pezzo B; il dado deve essere stretto a fondo, per rendere solida la unione tra i due pezzi e quindi è meglio applicare un poco di lega di stagno fuso sul dado per fissare questo definitivamente al gambo del bullone.

Si faccia attenzione ad accertare che sia il lato del pezzo D sul quale si trova il laminato di rame quello che si trovi in contatto con il pezzo N. Si montano quindi le varie parti e si saldano al loro posto, compresi i transistors, sulla faccia C-1 del pezzo C. Quindi si allineano i vari elementi nel modo indicato nella fig. 5 e si pratica un foro passante della sezione di mm. 2,5 o 3, in prossimità di ciascuno dei quattro spigoli del gruppo. Si provvede quindi alla unione dei pezzi B e C, per mezzo di bulloni fatti passare attraverso i fori citati e si uniscono invece i pezzi B e D, per mezzo del bullone centrale. L'elemento A potrà essere messo a dimora solamente una volta che l'insieme sia stato provato con l'esito positivo.



Una volta che il complesso sarà stato montato, si inseriscono le batterie facendole passare una ad una attraverso il foro fatto nel pezzo D. In prossimità del punto 7 del pezzo C2, si applica un piccolo segno di riconoscimento, con un poco di vernice rossa, in modo da avere in qualsiasi momento, in seguito la indicazione del punto su cui dovrà essere fatto coincidere il polo positivo di una delle due batterie al mercurio. L'altra batteria dovrà invece risultare dalla parte del suo terminale negativo, in contatto con il punto 6.

Si ruota quindi il pezzo D, nella posizione corrispondente alla chiusura del circuito delle batterie e della accensione del complesso: poco prima che questa operazione sia portata a termine nell'auricolare collegato già allo stadio di uscita del secondo transistor si dovrà udire un «click» abbastanza netto. In tali condizioni, si può operare con un cacciavite di fortuna sul nucleo che si trova nella bobina di sintonia per accordare l'apparecchio su qualche stazione che operi nelle vicinanze.

Una volta che si sarà accertata la possibili-

(segue a pag. 32)

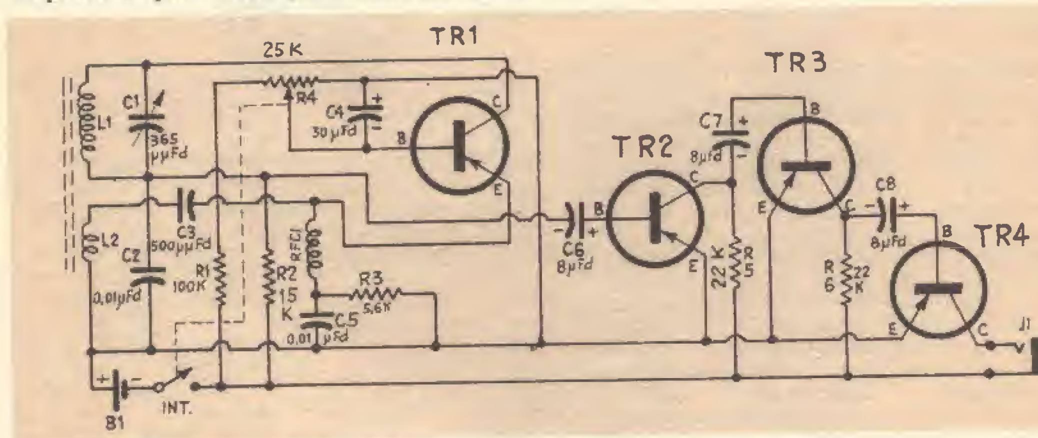
RICEVITORE A REAZIONE
A QUATTRO TRANSISTORS

Questo progetto è destinato ad illustrare la costruzione su circuito stampato di un ricevitore *personal*, a reazione a quattro transistors, di dimensioni ridottissime, ma di prestazioni eccellenti, quali ben difficilmente si potrebbero sperare da un apparecchio come questo.

Con una potenza di alimentazione di circa un milliwatt, il ricevitore è in grado di erogare nell'auricolare, un volume sonoro addirittura eccessivo, specie per le stazioni locali, pur senza richiedere necessariamente l'impiego di una antenna esterna, la quale comunque, se usata potrà essere di dimensioni assai piccole. Le dimensioni dell'apparecchio, completo, contenente anche la pila di alimentazione al mercurio da 1,3 volt, sono appena superiori di metà di un pacchetto di sigarette formato lungo e comunque assai inferiori di quelle di un pacchetto di sigarette normali.

La illustrazione di questo apparecchio, trova posto in questa sede per il fatto che il complesso viene realizzato con l'aiuto di circuiti stampati, e precisamente, in due sottogruppi, che saranno contrassegnati e chiamati rispettivamente PC1 e PC2.

Elettricamente l'apparecchio appare composto da quattro stadi serviti ciascuno da un transistor. TR1 che è del tipo adatto per radiofrequenza, funziona nelle vesti di rivelatore reflex a reazione con base a terra. La bobina di sintonia L1 serve anche da organo di captazione delle radioonde, coadiuvata in questa sua funzione dal nucleo ferromagnetico che si trova nel suo interno; una porzione del segnale poi viene anche indotta direttamente ed indirettamente nella bobina di reazione L2 che ripresenta il segnale stesso all'emettitore di TR1. Il segnale amplificato, passa attraverso L1 che si trova sul circuito di collettore ossia di uscita del transistor; ne risulta un segnale di ampiezza ancora maggiore che viene indotto in L8 e da questo rapporto reciproco viene a determinarsi appunto l'effetto della reazione.

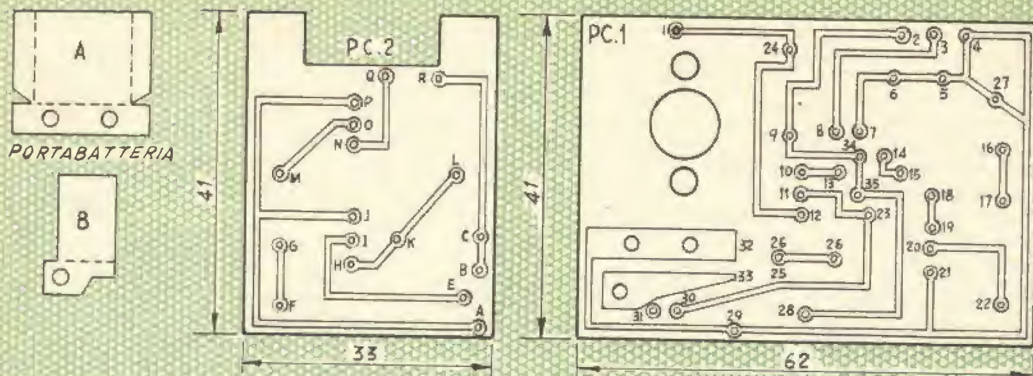


MICRORICEVITORE A 2 TRANSISTORS A CIRCUITO MISTO

(segue da pag. 31)

tà di una buona ricezione si provvede ad incollare lungo i bordi degli elementi A, B, C, D dei pezzetti di striscia di una materia plastica opaca facilmente incollabile, quale il plexiglass, od il polistirolo, così da formare una sorta di piccola scatola come quella che appare dalla veduta di sezione della fig. 5. Dei fori dovranno essere realizzati su una delle pareti di questa scatola con una punta da 3 mm. per il passaggio della boccola per l'antenna e per i conduttori diretti alla cuffia od all'auricolare. Il cinturino per la scatola può essere acquistato per poche diecine di lire in qualsiasi emporio, oppure lo si può realizzare con della fettuccia elastica piuttosto robusta od anche con della semplice pelle sottile. Per la unione dei passanti del cinturino ai lati della scatola si potrà fare uso di un poco di adesivo a presa rapida.

Il funzionamento dell'apparecchio deve essere immediato e l'autonomia del complesso, grazie anche alle batterie al mercurio usate invece di quelle convenzionali sarà più che soddisfacente.



I pannellini delle due sezioni del ricevitore debbono essere preparati sul laminato per circuiti stampati, secondo le indicazioni fornite nei disegni, i particolari a sinistra di PC2 si riferiscono ai due elementi in cui deve essere realizzato il portabatterie.

Parte del segnale a radiofrequenza indotto in L2 viene reso unidirezionale dalla giunzione tra emettitore e base del transistor TR1, giunzione che in questo caso si comporta come se si trattasse di un semplice diodo. Il segnale ad audiofrequenza risulta presente ai capi di R3 e di C5, da dove viene nuovamente iniettato sul transistor TR1 per una ulteriore amplificazione questa volta a bassa frequenza, dopo di che alla uscita il segnale trova la via dei successivi tre stadi di bassa frequenza, accoppiati direttamente uno all'altro, e che provvedono ad una amplificazione assai efficiente del segnale di bassa frequenza, in modo che questo appare alla uscita del quarto stadio, ossia sul collettore di TR4, con una ampiezza tale per cui il volume sonoro è nella maggiore parte dei casi più che sufficiente.

Gli stadi di bassa frequenza non hanno gran che di insolito, se si eccettua il fatto della assenza dai circuiti di base di ciascuno di essi, della resistenza di polarizzazione in serie sul polo negativo della piletta di alimentazione. La disposizione adottata presenta il grande vantaggio di mettere i transistor in condizione di assorbire una corrente bassissima; l'amplificazione è alquanto più bassa, ma tale piccolo inconveniente è più che compensato dal fatto che gli stadi di amplificazione sono ben tre. La uscita avviene sull'auricolare *personal* di piccole dimensioni e che quindi quando non in uso può trovare posto a fianco della scatoletta che contiene l'apparecchio, dopo che il cavetto dell'auricolare stesso sia stato avvolto attorno alla scatola.

La costruzione dell'apparecchio si inizia con il procurare due ritagli di laminato di rame con supporto isolante fenolico, nelle dimensioni indicate dalle illustrazioni e che come si può constatare sono talmente ridotte che non vi sarà alcuna difficoltà per la sistemazione dell'insieme nella scatoletta della misura sopra accennata. Provveduto il laminato, se ne rifilano i bordi con della finissima cartavetro in modo di renderli perfettamente regolare ed eliminare anche le eventuali sbavature del foglio di rame. Quindi si provvede alla pulitura della superficie del rame con della finissima lana di acciaio intrisa con della trielina, allo scopo di mettere a novo in ogni punto la superficie metallica ed inoltre per eliminare le tracce di ossidi metallici, come anche quelle di sostanze grasse; è poi importante che al termine di questa operazione si eviti di toccare ulteriormente con le mani o con oggetti grassi le superfici del rame per evitare che altre sostanze grasse possano esservi depositate a tutto svantaggio della riuscita del lavoro.

Sui due pannellini si riportano quindi con un pennellino, le linee indicate, nelle figg. 2 e 3, usando una vernice a base di catrame in solvente, che serva a proteggere il sottostante rame, dall'azione del bagno corrosivo, che asporterà il rame stesso in tutte le altre zone non protette e dalle quali interessa che il metallo sia eliminato. Le zone da proteggere sono dunque quelle che nelle figg. 2 e 3, sono contrassegnate con dei tratti di colore. Si noti come al solito la presenza di ingrossamenti lungo le zone da proteggere, destinati a permettere la esecuzione in tali punti dei fori necessari per il passaggio dei terminali o dei conduttori dei vari organi, i quali debbono essere ancorati e connessi elettricamente alle zone di rame rimaste sul pannello, per mezzo di saldatura a stagno.

Per la precisione la larghezza delle linee eseguite con il pennellino e con la vernice di protezione sui pannellini, deve essere di circa 1,5 mm. nei punti dove si riscontrano gli ingrossamenti ossia dove sono da praticare i fori, debbono invece essere di circa 3 mm.

Ove lo si preferisca sarà anche possibile eseguire le linee di larghezza maggiore, salvo poi a correggerne la larghezza stessa, con uno spez-

zone di lametta, una volta che la vernice protettiva si sarà seccata. Tale sistema anzi lo suggeriamo a quei lettori che non in possesso di una certa capacità per il disegno, vogliano ugualmente realizzare l'apparecchio. In ogni caso, ciò che importa è che i tratti di vernice nelle zone in cui essa è chiamata a proteggere il sottostante rame, siano ben netti, specialmente per quello che riguarda la densità dei tratti stessi, onde non rischiare che in qualche zona, la vernice stessa non riesca ad esplicare la sua funzione protettiva sul rame, che venga così corroso.

Una volta che la vernice protettiva sia stata ben seccata, il che in genere richiederà una intera nottata o meglio ancora, 24 ore, si sarà pronti per la esposizione dei pannellini di laminato plastico e rame, all'azione del bagno corrosivo, che come al solito sarà rappresentato dalla soluzione di cloruro ferrico, usata nel modo che è già stato esposto in precedente sull'articolo. Al termine del trattamento e del successivo lavaggio di neutralizzazione e della essiccazione dei pannelli, si eseguiranno nei vari punti indicati nelle figg. 2 e 3, i fori usando un trapanetto del tipo per traforo, ossia con movimento ad elica, nel cui mandrino sia stato messo, nella funzione di punta, lo spezzone di un ago di acciaio, che alla estremità esterna sia stato passato su di una pietra per affilare, in modo da riceverne un profilo adatto per aggredire la superficie del rame da forare. Si raccomanda di usare tale spezzone molto corto, onde evitare la tendenza da parte della punta, a prendere un andamento laterale e magari a rompersi del tutto; per lo stesso motivo, anzi è da consigliare di esercitare sul trapanetto, tenuto perfettamente verticale, una pressione assai ridotta, per far si che la foratura avvenga con la necessaria lentezza; i fori di diametro maggiore indicati nella fig. 2, si eseguino invece con delle comuni punte da trapano.

Si prende poi un altro batuffolo di lana di acciaio intrisa di trielina, e la si passa su tutte le zone di rame, per eliminarne lo strato di vernice protettiva, la quale può risultare incomoda al momento della esecuzione delle

DIRETTIVE PER LA ESECUZIONI DELLE CONNESSIONI

Connessioni alla sezione PC1

in 1	— Terminale superiore di L1 ed eventuale presa di antenna esterna
in 2	— Terminale inferiore di L1
in 3	— Terminale superiore bobina di reazione L2
in 4	— Terminale inferiore bobina di reazione L2
5 a 15	— Resistenza R3 da 5600 ohm
6 a 14	— Condensatore C5, da 10.000 pF
7 a 34	— Condensatore C2, da 10.000 pF
8 a 13	— Condensatore C3, da 500 pF
in 9	— Terminale superiore condensatore variabile C1
in 10	— Emettitore transistor TR1
in 11	— Base transistor TR1
in 12	— Collettore transistor TR1
13 a 15	— Impedenzina di R.F.
16 a 18	— Resistenza R5, da 22.000 ohm
17 a 26	— Ponticello di filo, isolato da tutto il resto
in 18	— Pezzetto di filo, collegato all'altra estremità, in G del PC2
in 19	— Collettore transistor TR2
in 20	— Base transistor TR2
in 21	— Emettitore transistor TR2
in 22	— Terminale positivo condensatore C6, da 8 mF
in 23	— Terminale negativo condensatore C4, da 30 mF
in 24	— Terminale inferiore condensatore variabile C1
25 a 31	— Resistenza R1, da 100.000 ohm
25 a 35	— Resistenza R2, da 15.000 ohm
in 25	— Pezzetto di filo collegato all'altra estremità al punto B di PC2
in 26	— Un terminale di interruttore generale S1— coassiale su R4
in 27	— Terminale positivo condensatore C4, da 30 mF
in 28	— Terminale negativo condensatore C6, da 8 mF
in 29	— Pezzetto di filo collegato all'altra estremità al punto A su PC2
in 29	— Uno dei terminali laterali del potenziometro R4, da 25.000 ohm
in 30	— Terminale centrale, cursore, del potenziometro R4, da 25.000 ohm
in 31	— Terminale restante laterale del potenziometro R4, da 25.000 ohm
in 32	— Terminale positivo staffa portabatteria, elemento A (fig. 4)
in 33	— Terminale negativo staffa portabatteria, elemento B (fig. 4)
in 33	— Terminale rimanente interruttore generale S1, coassiale su R4

Connessione alla sezione PC2

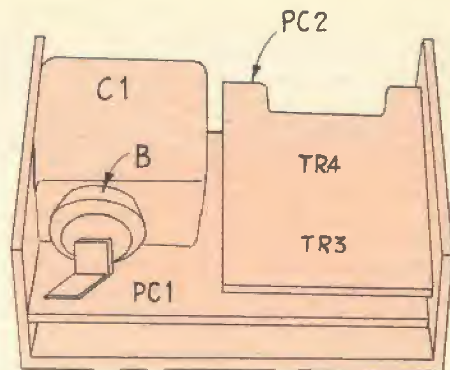
in A	— Estremità pezzetto filo proveniente da punto 29, su PC1
in B	— Estremità pezzetto filo proveniente da punto 25, su PC1
C a K	— Resistenza R6, da 22.000 ohm
in D	— Filo diretto ad uno dei conduttori cavetto bipolare dell'auricolare
in E	— Terminale positivo condensatore C7, da 8 mF
in F	— Terminale negativo condensatore C7, da 8 mF
in G	— Estremità pezzetto filo proveniente da punto 18, di PC1
in H	— Collettore transistor TR3
in I	— Base transistor TR3
in J	— Emettitore transistor TR3
in L	— Terminale negativo condensatore C8, da 8 mF
in M	— Terminale positivo condensatore C8, da 8 mF
in N	— Collettore transistor TR4
in O	— Base transistor TR4
in P	— Emettitore transistor TR4
in Q	— Filo diretto all'altro conduttore del cavetto bipolare dell'auricolare

saldature impedendo la presa dello stagno sulla superficie del rame.

Da notare poi i fori per il passaggio delle viti di fissaggio del condensatore variabile di sintonia, e quello per il passaggio dell'alberino dello stesso. I primi due debbono essere del diametro di mm. 3 e svasati dalla parte del pannello opposta a quella in cui si trova il laminato di rame. Il foro centrale per l'alberino, invece deve essere del diametro di mm. 6.

Per la disposizione delle varie parti e per la esecuzione delle connessioni elettriche tra i terminali delle stesse e le zone di rame appartenenti al circuito stampato, si segnano le istruzioni fornite rispettivamente per la prima sezione dell'apparecchio, interessata alla radiofrequenza ed al prima stadio di bassa, nella fig. 2 e per la seconda sezione interessata invece al secondo ed al terzo stadio di bassa frequenza, nella fig. 3. Si tenga presente che quando nella descrizione dei collegamenti sono indicati due numeri, ciò sta ad indicare che è appunto ai due punti contrassegnati che vanno collegati i due terminali dell'organo citato. Dove invece viene segnalato un solo numero od una sola lettera, ciò sta ad indicare che al punto contrassegnato con tale numero o con tale lettera, deve essere collegato il terminale immediatamente citato, dell'organo cui si fa riferimento. Tutti gli organi elettrici debbono essere installati seguendo le illustrazioni, sulla faccia dei pannelli opposta a quella in cui si trova il circuito stampato, in modo che i terminali degli stessi, passando per i fori apposti, possano sporgere dalla parte opposta, in posizione adatta per ricevere la saldatura che li connetterà e li ancorerà alle zone di rame. I soli organi che debbono risultare dalla parte stessa in cui si trova il circuito stampato, sono: il condensatore di sintonia, C1, la resistenza R1 ed il particolare supporto metallico destinato a trattenere la piletta di alimentazione e per effettuare la connessione elettrica con la pila stessa.

Per la esecuzione delle saldature si consiglia come sempre di usare un saldatoio di piccola potenza e con la testina di dimensioni ridotte, onde avere la certezza che la quantità di calore da esso immagazzinata non possa essere tale da determinare dei danni sul laminato di rame o sul supporto isolante fenolico. Si raccomanda ancora di usare come lega per saldare quella contenente 40 parti di piombo e 60 di stagno, e che sia sotto forma di fili piuttosto sottili; come ossidante si usi, esclusivamente della colofonia chiara e si escluda del tuttto l'impiego di preparati a base di cloruro di zinco, nella maggior parte dei casi comunque, l'anima resinosa contenuta nelle leghe di stagno di buona marca è già sufficiente per lo scopo; prima di iniziare la saldatura si esegua una accurata pulitura della punta del saldatoio, con una spazzola di acciaio, per eliminarne tutte le tracce di ossidi e quindi si applichi sulla estremità della testina per un tratto di una ventina di mm. almeno, un piccolo



strato della lega di stagno, avente funzioni protettive e per favorire anche la successiva aderenza dello stagno fuso al momento della esecuzione delle saldature; a saldature eseguite si possono eliminare le porzioni in eccesso dei vari terminali sporgenti al di sopra del circuito stampato, usando un paio di forbicine a lama corta, oppure meglio ancora, una tronchesina per unghie.

La bobina L1, che come si è detto adempie anche alla funzione di antenna in ferrite, è avvolta appunto su di un nucleo di ferrite tonda, del diametro di mm. 6 e della lunghezza di mm. 60, ricavata da una normale bacchetta di ferrite per antenne, tagliata con un seghetto di acciaio duro data la particolare durezza del citato materiale, in mancanza del seghetto si può effettuare il taglio anche con un altro sistema consistente nella incisione della bacchetta nel punto in cui si vuole avvenga la separazione con lo spigolo di una limetta, tutt'intorno, e quindi dando nel punto inciso, un colpo secco e leggero, con la punta di uno scalpello, mentre la bacchetta di ferrite riposa del tutto su di un foglio di cartone piuttosto spesso. L'avvolgimento di L1, consiste di 50 spire di filo da mm. 22 con una copertura di cotone. L'avvolgimento di reazione L2, consiste di sei spire dello stesso filo avvolte sulla barretta di ferrite a fianco della L1, nello stesso senso di questa ultima. Al termine degli avvolgimenti, questi sono immobilizzati sulla barretta ed impediti di svolgersi, con l'applicazione di un sottile strato di un adesivo a base di polistirolo (acquistabile presso i negozi di giocattoli dove sono vendute scatole di montaggio di modelli statici che sono appunto quasi sempre in polistirolo). Asciugato questo strato di polistirolo che adempie sia alla funzione di legante come a quella di isolante, si avvolge sulla bobina qualche giro di nastro adesivo trasparente alla cellulosa, tipo Scotch.

A questo punto si passa alla preparazione della staffa per il montaggio della batteria di alimentazione dell'apparecchio; tale elemento consiste di due parti, rispettivamente la parte A e la B visibili nella fig. 4. Esse vanno realizzate partendo da un pezzo di lastrina di rame o di ottone elastico dello spessore di mm.

0,5 e sono illustrate nella fig. 4, a grandezza naturale. Le linee tratteggiate che si vedono nei due particolari indicano i punti in cui debbono essere eseguite le piegature, ad angolo retto, dette piegature inoltre debbono risultare dirette verso l'esterno del piano in cui i pezzi illustrati giacciono, quando sono tenuti nella posizione nella quale essi stessi sono rappresentati nella figura stessa.

I fori per l'ancoraggio dei due elementi alla faccia esterna della prima sezione del circuito stampato, ossia di PC1, sono da mm. 1,5 ed attraverso a questi si fanno passare tre piccoli bulloncini che si impegnano dalla parte opposta con dadi adatti.

La custodia esterna dell'apparecchio può essere costruita di sana pianta oppure a tale funzione può essere adattata qualsiasi scatoletta di plastica, di dimensioni e di forma adatta. Per la costruzione della scatoletta in questione si farà ricorso a dei pezzetti ricavati da una lastrina di polistirolo o di plexiglass dello spessore di mm. 3. I due fondi di tale scatola debbono avere le dimensioni di mm. 25 per 65. Le pareti anteriori e posteriori, le dimensioni di mm. 47 x 65 ed infine le pareti laterali, andranno realizzate nelle dimensioni di mm. 25 x 45. I bordi dei vari elementi vanno resi regolari con della carta abrasiva dopo di che vanno uniti insieme per formare la scatoletta voluta, usando un adesivo adatto. Per trattenere insieme le parti durante il tempo in cui l'adesivo non ha ancora raggiunto la necessaria solidità, si può fare ricorso ad una legatura effettuata in diverse direzioni sulla scatola stessa. Naturalmente si tratterà di evitare di applicare l'adesivo anche sui bordi di uno dei fondi e sul bordo delle pareti che debbono risultare in contatto con tale fondo, dato che questo dovrà essere asportabile quando ciò sia necessario per eccedere all'interno della scatola.

L'apparecchio già completato, si introduce nella scatola ed attraverso la trasparenza del materiale si rileva quale debba essere la posizione in cui siano da eseguire i fori per il passaggio dell'asse di manovra del C1, per quello di R4 e per il passaggio del sottile cavetto diretto all'auricolare *personal*, come ancora per l'eventuale filo per la connessione di una piccolissima antenna esterna.

Data la estrema leggerezza dell'intero complesso questo non richiederà affatto un sistema di bloccaggio nell'interno della scatoletta, ove lo si preferisca, comunque, tale sistema potrà essere realizzato con piccoli bulloni da mm. 1,5 che avvitati attraverso fori nelle pareti laterali della scatola premano contro qualcuno dei bordi del pannellino più grande, ossia quelli della prima sezione del circuito stampato, PC 1; nel piazzare queste vitoline, si dovrà naturalmente fare attenzione onde evitare di determinare con esse qualche cortocircuito. Il coperchietto della scatola può essere immobilizzato provvisoriamente al suo posto, con alcuni pezzetti di nastro trasparente adesivo, facili da rimuovere quando si tratterà di accedere nell'interno della scatoletta per eseguire qualche riparazione, oppure per sostituire semplicemente la piletta al mercurio.

Se eseguito correttamente il montaggio, l'apparecchio deve funzionare immediatamente, senza alcuna messa a punto. Nel caso comunque si verifichi un inconveniente spiacevole quale quello che il volume sonoro e l'effetto di reazioni sono massimi quando R4 si trova nella posizione immediatamente successiva allo scatto dell'interuttore coassiale S1, si potrà porre rimedio alla cosa, con la semplice inversione delle connessioni ai terminali estremi di R4, o quelli del cursore.

Elenco parti

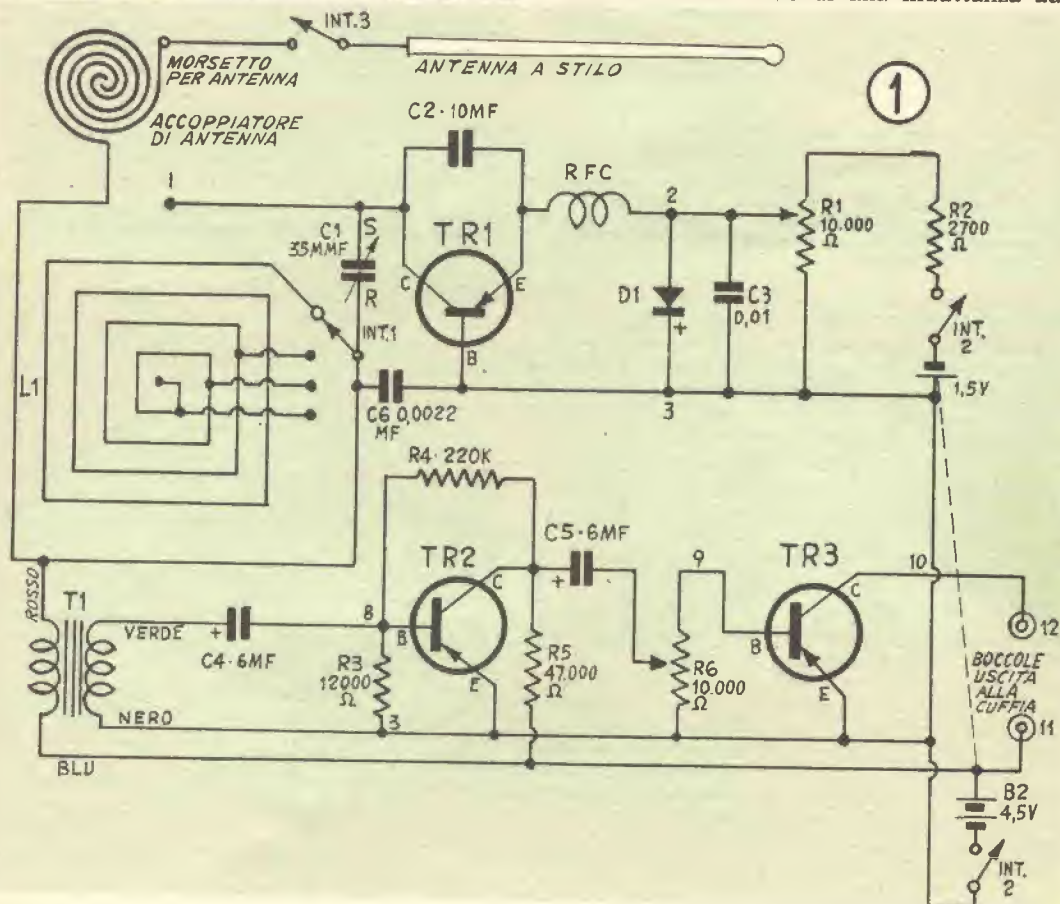
C1	**— Condensatore variabile miniatura ad una sezione, 365 pF, dielettrico solido**
C2, C5	**— Condensatore miniaturizzato da 10 mila pF**
C3	**— Condensatore miniaturizzato da 500 pF**
C4	**— Condensatore miniatura 30 mF, 6 volt lavoro, elettrolitico**
C6, 7, 8	**— Condensatori elettrolitici miniaturizzati da 8 mF, 6 volt lavoro**
L1	**— Bobina antenna e sintonia, su ferrite: 50 spire filo da mm. 0,7 con singola copertura cotone, senza spaziatura. Ferrite cilindrica, diam. 6, lunghezza 60 mm.**
L2	**— Bobina reazione avvolta a fianco della L1, sei spire dello stesso filo senza spaziatura**
JAF	**— Impedenzina RF costituita dalla bobinetta ricavata da un vecchio trasformatore di media frequenza, valore non critico**
PC1	**— Pannellino di laminato di rame su supporto fenolico per circuito stampato, dimensioni mm. 61 x 41,5 da preparare secondo le indicazioni di fig. 2**
PC2	**— Pannellino di laminato identico al PC1, ma delle dimensioni di mm. 41,5 x 33, da preparare secondo le indicazioni, di fig. 3**
R1	**— Resistenza miniatura 100.000 ohm, ¼ watt**
R2	**— Resistenza miniatura 15.000 ohm, ¼ watt**
R3	**— Resistenza miniatura 5.600 ohm, ¼ watt**
R4	**— Potenziobetro miniatura con interruttore, 25.000 ohm, controllo reazione e volume**
R5, R6	**— Resistenza da 22.000 ohm, ¼ watt, miniatura**
S1	**— Interruttore unipolare, generale, coassiale con R4**
TR1	**— Transistor PNP per radiofrequenza, tipo OC45**
TR2, 3	**— Transistor PNP per audiofrequenza, tipo OC70**
TR4	**— Transistor PNP per audiofrequenza, piccola potenza, tipo OC71**
J1	**— Attacco miniatura per spinetta del cavo bipolare all'auricolare**
AUR	**— Auricolaree magnetico, buona qualità, da 1000 ohm, con molletta per applicazione all'orecchio e con cavetto terminante con spina**
inoltre	**— Prodotti chimici per trattamento del circuito stampato, lastrina di ottone elastico per portabatteria, manopole controllo organi regolabili; lastrina polistirolo o plexiglass, per costruzione custodia, oppure scatoletta plastica adattata, stagno per collegamenti, piccoli spezzoni di filo per connessioni non realizzate dal circuito stampato, minuterie elettriche e meccaniche.**

RICEVITORE A 3 TRANSISTORS
PER I 20 ED I 10 METRI

Ed ecco il circuito di un ricevitore per onde corte e cortissime, preferibilmente delle gamme dilettantistiche, che certamente incontrerà il favore di qualcuno dei lettori, specialmente interessati allo studio delle possibilità dei transistor di tipo speciale.

Nel presente progetto sono applicate molte delle nozioni che sono state a suo tempo illustrate relative alle possibilità dei circuiti a due sole dimensioni che come è noto, sono appunto i circuiti stampati, in quanto tutti i conduttori che li formano risultano essenzialmente su di un unico piano. Nella descrizione della teoria e della pratica sui circuiti stampati, si ricorderà certamente quanto è stato detto della possibilità di realizzare con lo stesso conduttore di laminato di rame applicato sul supporto isolante, non solo dei conduttori puri e semplici ma degli elementi elettronici di diversa funzione. E' stato detto ad esempio che è possibile realizzare con due sezioni di laminato di circuito stampato, fatte correre parallelamente, un condensatore in piena regola e per lo più di caratteristiche assai stabili a causa della immobilità degli elementi che lo formano. E' stato anche detto che è possibile realizzare in delle zone di laminato, delle spirali rotonde, od ovali od anche quadrate, in grado di operare come vere e proprie induttanze, sia pure di valori ristretti, ma adattissime per fare parte di circuiti di accordo a radiofrequenza, e specie se a frequenze piuttosto elevate.

Nel progetto che illustriamo vengono appunto messe a profitto le due possibilità sopra accennate, in quanto con il laminato del circuito, oltre che la consueta « filatura » è anche prevista la realizzazione di una induttanza addi-



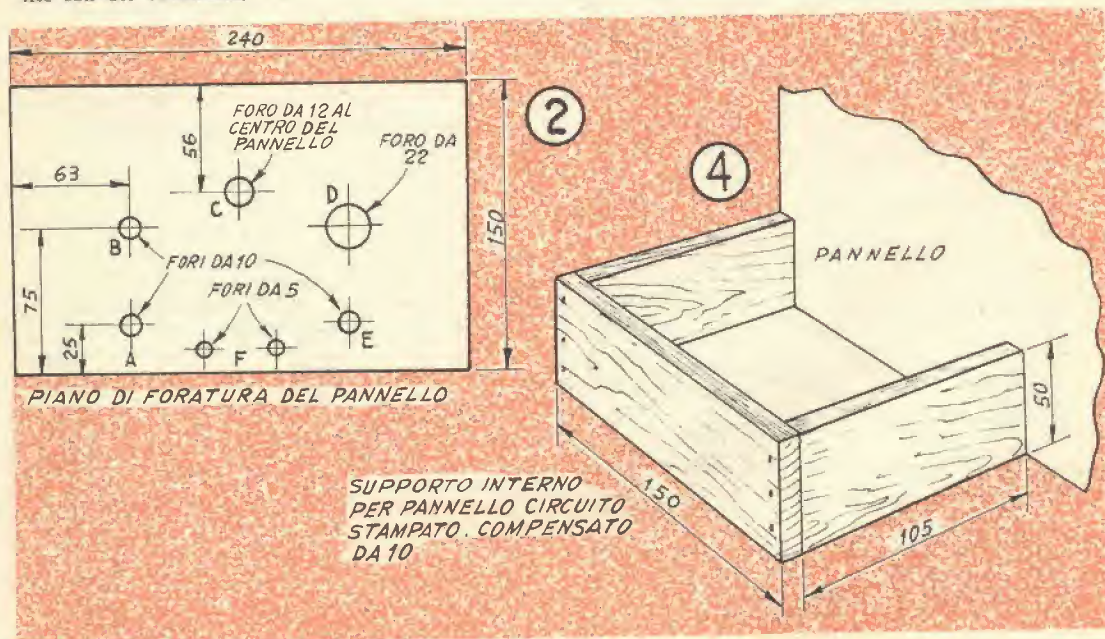
rittura a prese multiple e di un condensatore di accoppiamento.

Vediamo il circuito elettrico, indipendentemente dal fatto che esso venga o meno realizzato nel tipo stampato. Si nota un circuito di accordo in entrata seguito da uno stadio servito da un transistor, TR1, che adempie alla funzione di rivelatore in superreazione con sorprendente efficienza; TR1 è infatti uno dei moderni transistors del tipo a « surface barrier » (a differenza dei transistor convenzionali che sono in genere del tipo a lega ed a giunzione). Seguono due stadi di amplificazione di bassa frequenza, serviti rispettivamente da TR2 e da TR3, il primo dei quali, con accoppiamento di trasformatore ed il secondo con accoppiamento diretto a resistenza capacità. Sul primo stadio di audiofrequenza è anche presente un semplice circuito di controreazione che provvede a migliorare la qualità acustica dell'insieme. Alla entrata del secondo stadio di B.F., vi è poi il potenziometro nella funzione di partitore di tensione che controlla il volume di uscita. Alla uscita del terzo stadio, ossia di TR3, il segnale viene prelevato ed inviato ad un paio di cuffie preferibilmente magnetiche sensibili. Si notino le due alimentazioni separate, una delle quali, per il transistor TR1, rivelatore e l'altra, per i due stadi, TR2 e TR3, di amplificazione di bassa. E' stato adottato questo sistema per evitare che l'alimentazione del primo stadio fosse influenzata dalle condizioni di assorbimento da parte dei due stadi successivi, il che avrebbe portato inevitabilmente ad una considerevole instabilità del complesso, data la particolare sensibilità dello stadio a reazione. Non bisogna infatti dimenticare che i transistors di bassa frequenza assorbono una quantità di corrente via via sempre maggiore in funzione della potenza del segnale che li pilota e per questo ai volumi elevati TR2 e TR3 assorbono dalla batteria una corrente più elevata, ora, specie se le batterie sono di piccole dimensioni e quindi con una resistenza interna non trascurabile, a tale maggiore assorbimento consegue una maggiore caduta di tensione e quindi un abbassamento del voltaggio disponibile, per questo se il transistor rivelatore fosse alimentato dalla stessa pila, andrebbe soggetto a queste continue fluttuazioni di tensione, e quindi ad una spiacevole instabilità.

Il circuito, nella sua realizzazione in laminato è di funzionamento sicuro (purché, naturalmente tutte le connessioni siano corrette), dato che non esiste nel nostro caso alcun problema di criticità in fatto di collegamenti, i quali eseguiti sul laminato risultano identici a quelli del prototipo e quindi differenza in tale senso non possono verificarsi.

La realizzazione si effettua su di un pannellino di laminato di rame e di supporto isolante del tipo generalmente adottato per i comuni

A sinistra: Il foro A è per il potenziometro R2, il foro B per il potenziometro R1, Il C è per il variabile di sintonia C1, usare possibilmente una demoltiplica anche di tipo non recente. Il D è per int 3, Il foro E, è per Int 1. I due fori F, centrati, in basso, sono per le boccole isolate di antenna. Il supporto della fig. 4, viene a risultare non centrato dietro al pannello ma spostato leggermente in modo che il suo bordo sia a livello con la parte terminale, del lato in cui si trovano i fori D ed E.
A destra: Il gruppo di batterie di alimentazione viene sistemato sul lato del supporto, dalla parte in cui sul pannello affacciato si trovano i fori A e B. Al fissaggio delle pile provvedono delle striscette di bachelite con dei bulloncini.





Pannello del circuito in grandezza naturale

circuiti stampati, della dimensioni di millimetri 152 x 113 di questo, però solamente la parte di destra viene utilizzata per i conduttori, mentre il resto deve essere liberata del tutto dal laminato di rame in modo da servire solamente da supporto, isolante, Forniamo la foto del laminato, come deve apparire, in grandezza naturale in modo da favorire gli eventuali costruttori, nel rilevamento delle quote e delle dimensioni, con l'uso di un righello e di un compasso, per trasferirle direttamente sul laminato.

Raccomandiamo specialmente di rispettare quella che è la larghezza dei conduttori e specialmente quella dell'elemento a spirale che costituisce il condensatore di antenna e quello che costituisce l'induttanza di accordo, L1. Per quello che riguarda questa ultima, poi si tratta anche di realizzare gli ingrossamenti alle estremità e quelli intermedi; che servono per le prese intermedie della bobina stessa, allo scopo di mettere questa in condizioni adatte per servire alla intera gamma che interessa coprire con il ricevitore.

Tutti i componenti del circuito, oltre alla filatura ed agli elementi realizzati mediante erosione del laminato di rame, sul supporto possono essere acquistati; solo la impedenza di radiofrequenza che si trova sul circuito di collettore del primo transistor, deve essere autocostruita, con 35 spire di filo da mm. 0,3 con copertura di cotone, avvolte alla rinfusa su di un supporto isolante (bacchetta di plexiglass, della sezione tonda di mm. 6).

All'effetto di superreazione dello stadio rivelatore provvede oltre al transistor il controllo R1 ed il condensatore C3, che formano un gruppo di resistenza capacità, la cui costante di tempo, opportunamente scelta, determina l'innesco, periodico delle oscillazioni locali aumentando enormemente la già notevole sensibilità del ricevitorino.

Un particolare assai interessante, è quello che riguarda il diodo al germanio D1: esso infatti è accessorio, sebbene si dimostra abbastanza utile, specialmente nella gamma più elevata, dato che la sua presenza serve a rinforzare il segnale ed a rendere più spinta la selettività dello stadio di rivelazione, facendo anche divenire più netto il punto di innesco della oscillazione, contribuendo pertanto a marcare pure la stabilità dello stadio a superreazione.

Oltre al rettangolino di bachelite sul quale è realizzato il circuito stampato, per la costruzione del complesso occorre anche un pannellino frontale, per la disposizione degli organi di comando, e di un supporto, per la unione del pannello stesso al circuito stampato. Due delle illustrazioni allegate si riferiscono appunto al primo ed al secondo degli elementi ora citati. Il pannellino frontale, di alluminio, deve avere delle dimensioni di mm. 150 x 238 circa, dello spessore di un paio di mm. (questo spessore non è eccessivo come potrebbe sembrare a prima vista ed è giustificato dalla necessità, che le parti installate su di esso, e cioè, soprattutto il variabile di accordo ed i potenziometri di volume e di reazione, rimangano fermissimi durante l'uso dell'apparecchio e che essi, come anche i collegamenti elettrici che fanno loro capo, non siano mossi quando l'operatore esercita la sia pure leggera forza sulle manopole di comando dell'apparecchio. Il supporto di unione serve per il fissaggio, sulla sua parte frontale, del pannello e sul suo bordo superiore, del pannello, per mezzo di piccole viti a legno, fatte passare rispettivamente attraverso fori fatti nel pannello stesso e nel rettangolo di bachelite del circuito stampato.

Il montaggio è intuitivo, si raccomanda comunque di eseguirlo con la massima cura specialmente per quello che riguarda la polarità delle pilette di alimentazione dato che a causa della delicatezza dei transistor e specialmente del primo, un errore in tale senso può essere sufficiente a comprometterli.

Solo dopo avere effettuato un controllo in tale senso si potrà tentare dare corrente all'apparecchio e quindi si inserirà nelle boccole apposite, la spina della cuffia di ascolto. Poi si manovra a fine corsa verso destra, la manopola del controllo della reazione, dopo di che, si collega alla presa apposita una antenna anche di piccole dimensioni e si prova a manovrare meglio ancora, per mezzo di una demoltiplica, il variabile di sintonia. In ciascuna delle gamme, che vengono inserite e commutate attraverso il commutatore SW1, dovranno riscontrarsi delle stazioni emittenti, a volte, anche molto distanti; a volta, in luogo delle stazioni stessi si udranno dei fischi, i quali altro non sono che i segnali delle stazioni stesse interferiti dalla oscillazione locale e facenti battimento con essa; ad ogni modo, qualora questo si verifichi alla eliminazione dei disturbi basterà la manovra in senso antiorario del controllo di reazione, sino al punto in cui i fischi stessi appena scompariranno per lasciare udibile il segnale puro della stazione sintonizzata.

E' doveroso precisare che la manovra del piccolo ricevitore, è alquanto laboriosa per quello che riguarda la sintonizzazione; è inoltre consigliabile installare l'apparecchio in una scatola di alluminio, di sufficienti dimensioni, affinché non porti disturbo con la sua presenza, per effetto capacitivo, ma che riesce ad evitare, sullo apparecchio, l'effetto capacitivo della persona che lo usa.

Elenco parti

C1	— Condensatore o compensatore in aria da 35 pF, del tipo con statore e rotore isolati
C2	— Condensatore fisso in ceramica a disco da 10 pF
C3	— Condensatore a mica da 10.000 pF
C4, C5	— Condensatori elettrolitici da 6 mF, 25 volt, miniatura o catodici
C6	— Condensatore ceramica a disco, da 2.200 pF
R1, R6	— Potenziometri miniatura da 10.000 ohm il primo per controllo reazione, il secondo per regolazione volume
R2	— Resistenza fissa miniatura . 2.700 ohm
R3	— Resistenza fissa mniatura 12.000 ohm
R4	— Resistenza fissa miniatura 220.000 ohm
R5	— Resistenza fissa miniatura 47.000 ohm
Int. 1	— Commutatore di gamma, unipolare a quattro posizioni, del tipo a bassa perdita e con connessioni cortissime
Int. 2	— Interruttore bipolare uno scatto, possibilmente coassiale con R1
Int. 3	— Interruttore unipolare a levetta ad uno scatto, per connessione antenna.
D1	— Diodo al germanio in vetro, tipo OA95
T1	— Trasformatore di accoppiamento bassa frequenza rapporto 20 ad 1, GBC P-152 o Photovox T70
TR1	— Transistor a barriera, tipo SB-100 oppure AO1
TR2	— Transistor PNP per bassa frequenza,
TR3	— tipo OC 71
B1	— Elemento da 1,5 volt miniatura, per alimentazione circuito rivelazione
B2	— Pila piatta da 4,5 volt oppure tre elementi a stilo da 1,5 volt collegati in serie
RFC	— Impedenza radiofrequenza, 35 spire di filo smaltato avvolte alla rinfusa su supporto plastico da mm. 6
L1	— Bobina di sintonia da realizzare identica a quella nella foto del circuito stampato, che è illustrata in grandezza naturale. Si raccomanda di rispettare la larghezza delle linee e le dimensioni del lato delle spire
inoltre	— Pannellino di laminato di bachelite e rame per circuiti stampati, dimensioni mm. 150 x 112, con corredo di inchiostro protettivo e prodotti chimici per il trattamento di corrosione, filo per collegamenti (possibilmente grosso), stagno per saldature. Cuffia mono o biauricolare magnetica sensibile, da 2000 ohm, pannellino frontale in alluminio, manopola con demoltiplica per il variabile, con indice per la commutazione di gamma e comuni per volume e reazione. Boccole isolate per uscita alla cuffia. Morsetto o boccola isolata per collegamento antenna. Antennina a stilo, comune o cannocchiale da cm. 150 circa (antennina per autoradio).

AMPLIFICATORE DI POTENZA
a due valvole su circuito stampato

Il presente progetto, invece si riferisce ad un amplificatore a valvole, dello stesso tipo di quelli che sono usati nelle normali fonovalige ad alimentazione in alternata ma ugualmente realizzato con circuito stampato. Il circuito elettrico è stato particolarmente curato, onde permettere una potenza di uscita ed una qualità acustica eccellenti. Il circuito infatti dispone di molti accorgimenti atti a migliorare nei limiti del possibile le prestazioni, quali controllo di tono, controreazione e particolari sezioni di filtraggio e di polarizzazione.

Lo servono due valvole, una delle quali, triodo nella funzione di preamplificatrice di bassa, e l'altra, pentodo di potenza, nella funzione di amplificatrice di uscita.

Provvede alla alimentazione dell'insieme un raddrizzatore al selenio, in un circuito di raddrizzamento a semionda, con adatto filtraggio. A monte del complesso, un autotrasformatore provvede alla riduzione della tensione di rete, qualunque essa sia al valore di 110 volt, quale è la tensione richiesta per il funzionamento dell'apparecchio. Volendolo, è anche possibile ottenere dall'amplificatore una potenza di uscita maggiore usando per l'alimentazione anodica dello stadio finale, una tensione maggiore di 110 volt, e che potrebbe essere ottenuta da una delle prese del primario universale dell'autotrasformatore di entrata.

Le valvole sono del tipo con filamento ad alta tensione, con corrente di 0,15 amp. cosicché la serie dei due filamenti, può essere eccesa direttamente senza dovere fare ricorso ad un secondario a bassa tensione del trasformatore, ma per mezzo della inserzione di una resistenza di caduta di adatto valore.

La conformazione del circuito stampato, è stata studiata soprattutto per ottenere la migliore disposizione dei vari organi dell'amplificatore, come è possibile rilevare dalle foto, pur raggiungendo lo scopo di utilizzare un pannello di laminato, di minime dimensioni, dato che, come si sa, il costo del pannello per la realizzazione di circuiti stampati, è direttamente proporzionale alla sua area in centimetri quadrati. In pratica questo amplificatore è stato realizzato su di un pannello delle dimensioni di soli mm. 63 x 131, per quanto tutti gli organi che compongono l'amplificatore siano di tipo convenzionale e non miniaturizzati, come a volte si è soliti usarli per apparecchi di questo genere, ma che hanno il difetto di costare delle cifre non trascurabili. Solo gli zoccoli portavalvola sono del tipo particolarmente prodotto per circuiti stampati dato che le linguette terminali di essi debbono essere appunto fatte passare attraverso fori appositi fatti nel pannello del circuito e quindi saldati al laminato che si trova nella faccia opposta del supporto.

Il pannellino per le sue piccole dimensioni può essere sistemato nella posizione che si dimostrerà la più adatta, nell'interno della valigetta fonografica, oppure anche nell'interno del mobiletto metallico di un altoparlante.

La realizzazione dell'apparecchio si inizia come al solito con il procurare il pannellino di laminato di rame e supporto fenolico, delle dimensioni indicate più sopra e nel pulire a fondo la superficie del foglio di rame, dalle sostanze estranee ed anche dalle tracce di ossidi che vi si possano trovare e che impedirebbero, restando, l'azione corrosiva del bagno del cloruro ferrico. Quindi si evita di toccare con le mano, specie se sporche la superficiee del rame e si trasferisce su di essa, la vernice protettiva, la quale può anche essere rappresentata da semplice gommalacca alla quale sia stato aggiunto pochissima anilina nera all'alcool, che serva a rendere più visibile la traccia da essa lasciata. Naturalmente, la gommalacca, in solu-

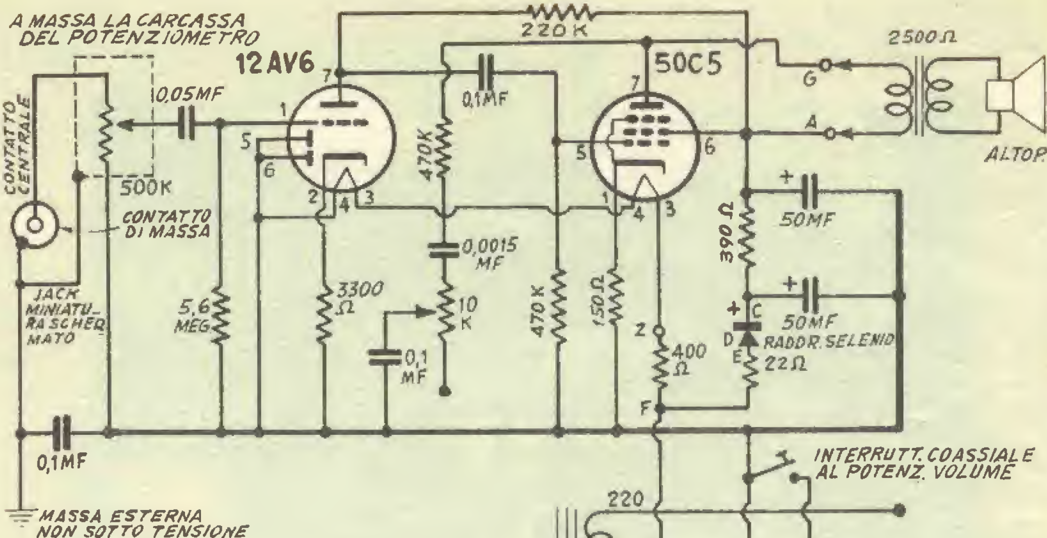
Elenco parti

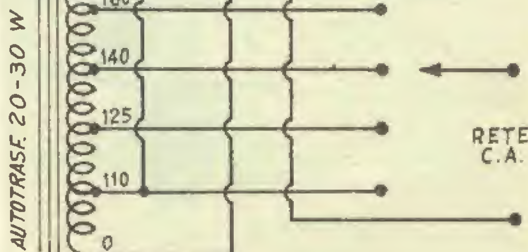
1 Rettangolo di laminato fenolico con foglia rame per circuiti stampati, dimensioni millimetri 63 x 130
2 Zoccoli a sette piedini per valvole miniatura, in tangendelta, del tipo per circuiti stampati
1 Raddrizzatore al selenio, da 60 mA, 125 volt
1 Presa femmina per attacco miniatura entrata bassa frequenza, Jack
1 Cavetto tripolare per connessione amplificatore al trasformatore alimentazione
2 Manopole miniatura per potenziometri tono e volume
1 Trasformatore uscita, da 3 watt, 2500 ohm primario e 4 ohm secondario
1 Potenziometro da 10.000 ohm, per controllo tono
1 Potenziometro da 500.000 ohm, con interruttore, controllo volume
1 Resistenza da 22 ohm, ½ watt
1 Resistenza ad impasto, 150 ohm, ½ watt
1 Resistenza ad impasto, 390 ohm, 1 watt
1 Resistenza ad impasto, 3.300 ohm, ½ watt
1 Resistenza ad impasto, 220.000 ohm, ½ watt
2 Resistenza ad impasto, 470.000 ohm, ½ watt
1 Resistenza ad impasto, 5,6 megaohm, ½ watt
1 Resistenza a filo da 10 watt, 400 ohm, caduta tensione filamenti
3 Condensatori da 0,1 mF, in carta, in tubetto di vetro
1 Condensatore a mica, da 50.000 pF
1 Condensatore a disco, ceramico, da 1.500 pF
1 Condensatore elettrolitico filtraggio doppio, da 50 + 50 mF, 250 volt
e Autotrasformatore di alimentazione da 20 o 30 watt, con entrata universale ed uscita a 110 volt. Stagno per connessioni, prodotti chimici per trattamento circuito stampato, minuteria, ecc.

zione alcoolica, viene applicata solamente in quelle zone del foglio di rame in cui interessa che questo rimanga anche dopo l'azione corrosiva del bagno, si tratta cioè di trasferire sul pannello delle linee di soluzione di gommalacca, identiche a quella che è la trama nel circuito, visibile nella fig. 1, naturalmente interne ai contorni rettangolari del pannellino. Con il laminato di tipo normale che è possibile acquistare presso molti negozi di materie plastiche e presso molti fornitori di materiale elettronico, la larghezza dei tratti indicati nella figura 1 è già sufficiente per ottenere dei conduttori in grado di sopportare le correnti che dovranno circolare nell'apparecchio, e che comunque non sono in ogni caso maggiori a 0,15 amperes, corrente questa che circola nei filamenti, sommata semmai alla corrente anodica che perviene attraverso alcuni conduttori comuni, al raddrizzatore al selenio. Nulla comunque impedisce, dato anche lo spazio disponibile di realizzare i conduttori di maggiore larghezza ed anzi consigliamo, ai lettori che facciano, con questo, il loro primo esperimento in fatto di circuiti stampati, di adottare per i conduttori, delle linee di grossezza maggiore così non avranno da temere di avere dei conduttori troppo stretti, se per caso capiterà loro di lasciare il pannello, nel bagno corrosivo per un tempo maggiore di quello indispensabile, permettendo in questo modo al liquido del bagno di cominciare a penetrare sotto il bordo della vernice protettiva, andando a corroderne il rame che invece dovrebbe essere lasciato; in ogni caso comunque è sempre consigliabile una attenta sorveglianza sull'andamento della corrosione onde evitare delle sorprese.

Come si noterà, lungo ed alle estremità delle linee di rame che formano i vari conduttori, si trovano degli ingrossamenti, i quali servono a facilitare la esecuzione dei fori per il passaggio dei terminali dei vari componenti elettronici dell'apparecchio, e che come si sa debbono appunto essere fatti passare attraverso tali fori sino a sporgere dalla parte in cui si trovano i conduttori di rame, ed essere saldati a questi per assicurare sia il contatto elettrico come anche la solidità meccanica, e la stabilità dell'insieme.

Riportato il circuito stampato sul pannello e lasciata asciugare la vernice protettiva si provvede alla erosione del rame scoperto per mezzo del solito bagno, che rimane attivo per molto tempo prima di esaurirsi a patto che per il suo uso, come anche per conservarlo siano usati esclusivamente dei recipienti inerti chimicamente quali quelli di rame, od anche del moderno politene in grado di sopportare delle temperature alquanto elevate senza subire un sostanziale rammollimento.





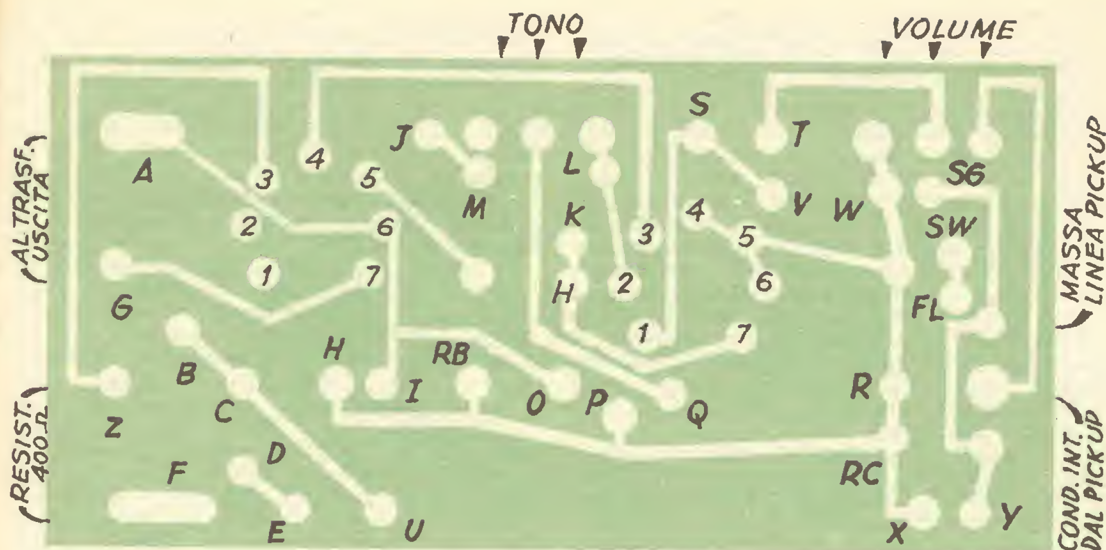
Al termine della erosione si fa subire come al solito, al pannello, il bagno di neutralizzazione quindi un lavaggio, molto prolungato in acqua corrente, dopo di che lo si fa asciugare a fondo e si liberano le superfici delle zone di rame protette dallo straterello di vernice che era stata appunto chiamata a proteggerle.

Per tale eliminazione si può passare, qualora si sarà usata come protezione, della gommalacca, un batuffolo intriso di alcool denaturato. In caso contrario si userà comunque un solvente adatto alla vernice protettiva che si sarà usata. Successivamente si asportano dalla superficie del rame le tracce della vernice che ancora vi siano rimaste, passandovi sopra con delicatezza un batuffolo di lana finissima di acciaio.

Quindi, con un trapanetto a mano, munito di una punta da 1,5 mm. si eseguono nel pannello, iniziando dalla parte in cui si trova il rame, i fori indicati nella fig. 1 come punti bianchi al centro degli ingrossamenti, facendo una certa attenzione specialmente nella esecuzione dei fori per il passaggio delle linguette di contatto degli zoccoli portavalvole. I fori vanno eseguiti con cura allo scopo di attraversare il rame come anche il supporto fenolico senza però determinare incrinature, e del resto, questo obbiettivo si ottiene facilmente se si ruota il trapanetto molto lentamente ed evitando di premere eccessivamente su di esso. Come trapano è quasi meglio usarne uno di quelli cosiddetti da «traforo», ad elica, i quali hanno l'importante vantaggio di costare abbastanza poco, e per i quali, le punte più piccole risultano assai più resistenti delle punte che invece si usano per i trapanetti normali.

Eseguiti tutti i fori ed eliminate le sbavature di metallo e di supporto, si provvede all'ancoraggio sul pannello degli organi principali, quali: i due zoccoli portavalvole, il raddrizzatore al selenio, il condensatore elettrolitico doppio ed i due potenziometri, uno dei quali con interruttore, per mezzo di due piccole staffe fissate per mezzo di bulloncini a dei punti del pannello, in cui siano assenti connessioni di rame. Poi si applicano anche gli organi più minuti, quali le resistenza, i condensatore, i pochi ancoraggi, ed il jack di connessione alla entrata dell'amplificatore.

Si premono i terminali o le linguette di ogni organo attraverso i fori appositi, seguendo le indicazioni ed i riferimenti rilevabili nelle varie illustrazioni, facendo in modo che tutti gli organi vengano a trovarsi sul pannello dalla parte in cui su di esso non vi è il conduttore laminato di rame. In questa maniera i terminali degli organi stessi, passando attraverso i fori sporgeranno automaticamente dalla parte opposta: non vi sarà che da tagliarli nella lunghezza minima indispensabile e quindi, piegare leggermente nei fori rispettivi, in modo che essi si mettano in contrasto con il laminato, ed ancorino in un certo qual modo gli organi a cui si riferiscono. Quindi si capovolge il pannello in modo che abbia la parte laminata di rame rivolta verso l'alto e si provvede alla esecu-



DIRETTIVE PER LA ESECUZIONE DELLE CONNESSIONI

Le lettere e le sigle di riferimento, si possono ritrovare nei punti corrispondenti, sia nello schema elettrico, come anche nel tracciato del circuito stampato. Si raccomanda di non compiere errori, nella inserzione delle parti; queste inoltre debbono risultare tutte sulla faccia opposta a quella in cui si trova il laminato di rame lasciato e che deve servire a costituire i vari conduttori.

da A a B	— Resistenza da 390 ohm, 1 watt
in C	— Terminale positivo o di catodo del raddrizzatore al selenio
in D	— Terminale negativo od anodico del raddrizzatore al selenio
da E ad F	— Resistenza da 22 ohm, ½ watt
da H a 50C5	— Al piedino n. 1 della valvola, resistenza da 150 ohm, ½ watt
da A a G	— Terminali primari del trasformatore di uscita adatto alla 50C5
in I	— Positivo prima sezione condensatore elettrolitico di filtro
da J a 50C5	— Al piedino n. 7 della valvola, resistenza da 470.000 ohm. ½ watt
da K a 50C5	— Al piedino n. 5 della valvola, condensatore 0,1 mF, alto isolamento.
da L ad M	— Condensatore ceramico a disco da 1500 pF
da N ad O	— Resistenza da 220.00 ohm, ½ watt
da P a 12AV6	— Al piedino n. 2 della valvola, resistenza da 3300 ohm, ½ watt
da Q ad R	— Condensatore alto isolamento, da 0,1 mF
da S a T	— Condensatore alto isolamento, da da 50.000 pF
in U	— Positivo seconda sezione condensatore elettrolitico di filtro
RC	— Collegamento comune del negativo dei due condensatori elettrolitici di filtro
da V a W	— Resistenza da 5,6 megaohm, ½ watt
da X ad Y	— Condensatore alto isolamento, da 0,1 microforad
da Z ad F	— Resistenza a filo da 10 watt, 400 ohm
da F ad FL	— Cavetto bipolare proveniente dalla presa a 110 volt del trasfor. alimentaz.
da SW ad SW	— Terminali dell'interruttore generale coassiale al potenziometro del volume
in SG	— Messa a massa della carcassa metallica del potenziometro volume
da RA ad RB	— Resistenza da 470.000 ohm. ½ watt

zione delle varie saldature a stagno, in misura di una per ogni foro ed ogni terminale.

Per le saldature sono da rispettare le stesse raccomandazioni che sono state fornite altra volta nel corso del presente articolo, e riguardanti l'impiego di saldatoi a testina piccolissima, di potenzialità non superiore ai 10 od al massimo, ai 15 watt e che non sviluppino temperature eccessive. Per fare si che le saldature stesse possano avvenire nel minor tempo indispensabile è bene che tutti i punti in cui si debbano eseguire siano esenti da tracce di grasso o da ossidi (particolare cura va quindi dedicata ai terminali dei vari organi, per pulirli bene prima di metterli a dimora e fare così in modo che lo stagno possa scorrere ed aderire subito perfettamente alle superfici metalliche).

Come si vede nelle illustrazioni, alcuni degli organi più grossi, quali il trasformatore di uscita e l'autotrasformatore di alimentazione non sono sistemati sul pannello per il doppio scopo di evitare di dovere fare ricorso ad un supporto di circuito stampato di dimensioni eccessive, nelle quali, oltre che ingombrante, potreb-

be anche risultare più costoso, come anche per evitare che il notevole peso concentrato sul pannello stesso, possa essere causa di incidenti e rotture come potrebbe ad esempio, accadere quando l'apparecchio subisse un urto. Inoltre la presenza del trasformatore e specie, quello di alimentazione sul pannellino potrebbe dare luogo a problemi di difficile soluzione quali quello del rumore di fondo determinato dal campo magnetico sfuggito dal nucleo del trasformatore stesso e captato da qualcuno dei conduttori del circuito stampato, che potrebbe risolversi in un ronzio estremamente molesto e non facile da eliminare, data specialmente la impossibilità nei comuni circuiti stampati, di effettuare le schermature di conduttori, se non con il sistema di farli circondare da entrambi i lati con delle striscie di conduttore di rame collegato alla massa.

Se costruito con attenzione e se tutti gli organi che saranno stati impiegati siano in perfette condizioni, l'apparecchio dovrà funzionare immediatamente, dato che per quanto perfezionato esso non richiede alcuna messa a punto.

La prova si esegue con la massima facilità collegando al jack di entrata il cavetto schermato proveniente da un microfono piezoelettrico oppure quello di un pick up ugualmente piezoelettrico, in maniera però che la calza metallica schermata del cavetto stesso risulti connessa al conduttore esterno partente dal jack e che il conduttore interno del cavetto sia connesso al contatto centrale del jack stesso.

Da notare a questo punto che non si riscontra una connessione elettrica nel vero senso della parola tra la massa dell'amplificatore, contrassegnata nello schema elettrico con la linea orizzontale più ingrossata, e la calza metallica schermante esterna del cavetto proveniente dal pick up o dal microfono stesso od al giradischi, risultasse connesso uno dei conduttori della rete elettrica di illuminazione, alla quale il complesso fosse collegato, onde evitare così il pericolo di scosse alle persone e di incidenti agli apparecchi. La connessione necessaria per creare una sorta di fuga a delle oscillazioni e a dei disturbi che eventualmente potrebbero originarsi in qualche parte dell'apparecchio, è stata realizzata ottimamente attraverso il condensatore ad alto isolamento da 0,1 microfarad che si può vedere connesso appunto tra il conduttore esterno del jack e la massa vera e propria. Allo scopo poi di eliminare un'altra possibile sorgente di ronzio e di disturbi in genere, si consiglia poi di realizzare una connessione con un pezzetto di filo, tra la carcassa metallica del potenziometro con interruttore che controlla il volume, e la massa elettrostatica dell'apparecchio, (non dunque, quella elettrica), collegata al negativo della alimentazione e quindi anche ad uno dei due conduttori provenienti attraverso l'autotrasformatore di alimentazione, dalla rete elettrica alla quale il complesso è collegato.

STEREOFONIA PANORAMICA DA UN MAGNETOFONO NORMALE

Se siete stati a vedere il film *"Giro del mondo in 80 giorni"*, dovete essere certamente rimasti colpiti dallo straordinario realismo degli effetti sonori di esso, a patto naturalmente che abbiate visionato il film in una sala bene attrezzata e non di quelle di seconda o terza visione in cui l'attrezzatura sonora dei locali non è certamente sufficiente alle esigenze imposte dal film.

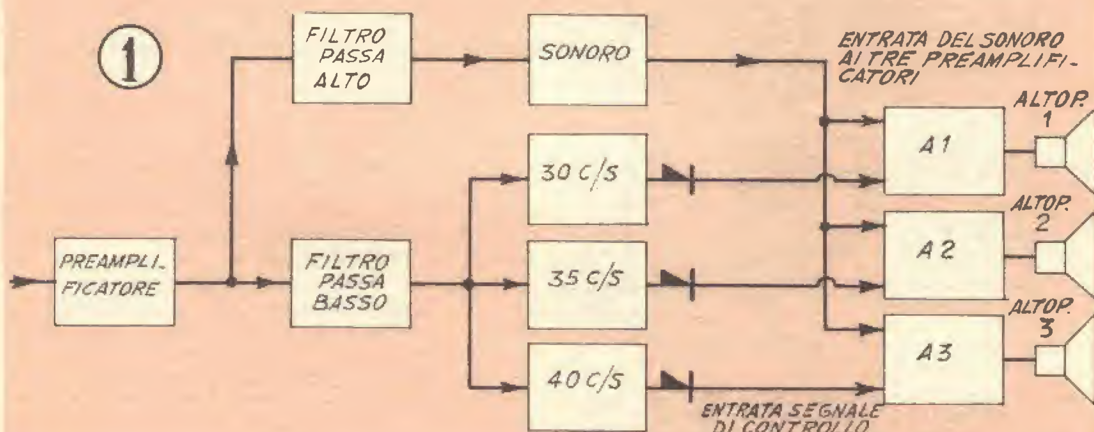
Colpi, rumori di animali, ecc, non venivano impersonalmente dal centro dello schermo, cocome nei film normali ma provenivano allo spettatore raggiungendo da tutte le direzioni, o meglio, dalle varie direzioni in cui la scena sullo schermo era orientata. Avrete certamente avuto ad esempio, la impressione che i passi di una persona che camminava, provenivano esattamente dai vari punti in cui la persona stessa si veniva a trovare nel suo spostamento, risultando immediatamente una piena sensazione di uno effetto spaziale, ancora più completo di quello fornito dalla comune stereofonia che a volta vi sarà capitato di udire. Eppure, forse non lo sapevate, la colonna sonora del film, di tipo magnetico e non ottico, era registrata sulla banda a lato del film, in una sola traccia, a differenza di altri sistemi di colonna sonora magnetica, in cui quattro ed anche più tracce sono registrate per creare il sonoro e gli effetti di taluni films.

L'apparato che sta al cuore di questo interessantissimo risultato è quello che è noto con il nome di *Perspectasound* e che si basa essenzialmente su di una sorta di integratore che regola i livelli e le entrate dei vari canali dello stereo panoramico, assai più completo dello stereo normale, il quale per esigenze pratiche è limitato a due soli canali.

Vale la pena esaminare un poco i principi di funzionamento del sistema, dal momento che, sebbene nella loro attuazione per i films *Perspectasound*, appaiono come apparecchiature estremamente complesse ed ultraprofessionali, tuttavia, possono anche essere adottati in una relazione dilettantistica alla portata della maggior parte degli appassionati di elettronica, ed in grado di offrire delle ottime registrazioni musicali a stereofonia panoramica, le quali possono essere riprodotte anche da un comune magnetofono di medio costo. In pratica, il presente articolo vuole essere una breve descrizione dell'apparecchiatura nella sua versione professionale e completato da suggerimenti per l'adattamento dei principi basici, da parte dei dilettanti.

Nella fase della registrazione della colonna sonora, i segnali uscenti dai diversi microfoni opportunamente distribuiti nell'ambiente, viene prelevato ed attraverso un mescolatore *"mixer"* viene inviato ad una testina di registrazione di tipo singolo, installata nel magnetofono. Nella colonna sonora del film *"Giro del Mondo"*, si hanno in effetti, tre canali separati, ma da esperienze condotte, si è potuto convenire che anche due soli canali possono essere sufficienti, per una attuazione di-

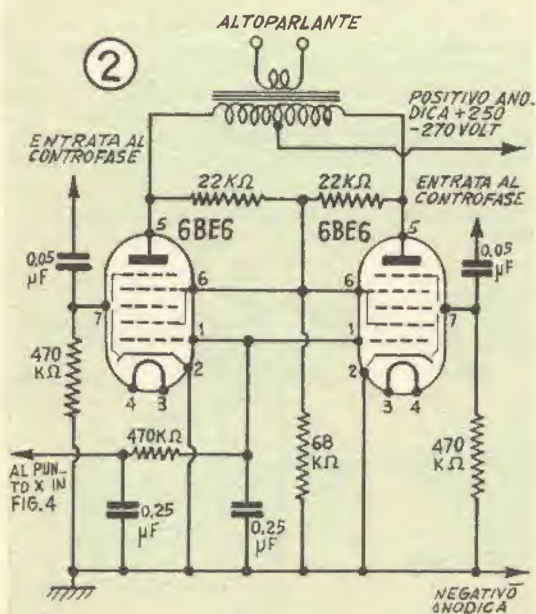
Schema a blocchi di un sistema stereofonico a traccia singola di registrazione nella sua versione professionale



lettantistica del sistema. Il segnale audio, proveniente da ciascuna sorgente, viene per così dire *"contrassegnato"* prima della registrazione vera e propria sul nastro sovrapponendo su questo un segnale *"marker"* di tipo sinusoidale, ma la cui frequenza sia però più bassa della minima di risposta dell'amplificatore di bassa frequenza. Per uso professionale, le frequenze scelte per ciascuno dei tre canali sono rispettivamente quella di 30, quella di 35 e quella di 40 cicli al secondo. Questi segnali *"marcatori"* sono registrati continuamente, unitamente al segnale audio anche quando questo si interrompa; inoltre, le cose sono disposte in maniera tale per cui la ampiezza di questi segnali marcatori, sia sempre proporzionale alla ampiezza, ossia al volume ed al livello, del segnale audio a cui essi sono sovrapposti, vale a dire di quello captato da un determinato microfono singolo o da un determinato gruppo di microfoni.

L'amplificatore di bassa frequenza incaricato alla riproduzione della registrazione è munito di tanti stadi di uscita quanto sono i canali registrati; tali stadi, inoltre, grazie ad una ingegnosa soluzione circuitale, risultano effettivamente controllati in volume, in modo automatico, ossia dalla ampiezza del segnale *"marcatore"* che è stato imposto alla registrazione del determinato canale.

Il lettore accorto avrà certamente notato come il sistema che è stato descritto, presenti un punto debole. Nel caso in cui più di un microfono viene ad essere eccitato intensamente ma da differenti segnali, come ad esempio, con un a solo di violino vicino ad un microfono, ed il piano di accompagnamento, vicino ad un altro, allora le uscite del sistema di riproduzione non vengono ad essere differenziate come dovrebbero. In pratica, però l'effetto negativo di questa lacuna non è così serio come potrebbe apparire, dal momento che la dinamica del suono in una esecuzione musicale, ben raramente sarà tale dà impressionare contemporaneamente ed allo stesso livello, i vari microfoni, ed inoltre queste condizioni limite potranno verificarsi solamente per tempi assai brevi e quindi l'effetto negativo derivante sarà assai piccolo. Comunque, il fatto segnalato è appunto in difetto, che nelle apparacchiature professionali come appunto, quelle interessate al film in *Perspectasound* viene eliminato con espedienti complessi e costosi; nella procedura suggerita invece per una realizzazione dilettantistica, il problema è trascurato, ottenendo così una considerevole semplificazione del sistema. In genere comunque, può bastare lo spostamento di uno dei microfoni e quindi del corrispondente altorparlante o gruppo di altoparlanti, per ovviare agli inconvenienti; inoltre, delle variabili sono lasciate a disposizione dell'operatore del sistema, in modo che egli le regoli in consequenza alle situazioni, e possa anche dare un proprio «tocco» alle registrazioni.



Circuito elettrico dello stadio di uscita nella particolare conformazione necessaria per l'attuazione del sistema stereofonico, naturalmente stadi come questo debbono essere realizzati in modo da rendere ciascuno uno dei canali della stereofonia

RIPRODUZIONE

Nella fig. 1 vi è uno schema a blocchi di un integratore nella sua forma a tre canali, di tipo professionale. Il segnale in uscita dalla testina di lettura della traccia magnetica, viene inviato al preamplificatore a sinistra perché ne porti il livello medio, ad un valore opportuno ed adatto per i successivi passaggi del segnale stesso, attraverso i vari stadi. Il segnale alla uscita del preamplificatore è formato dall'insieme dei segnali singoli dei tre canali, avente ciascuno, sovrapposto, un segnale *"marcatore"*. Come si vede da tale uscita, l'insieme dei segnali viene inviato a due filtri, uno, passa alto ed uno passa basso. Il primo come precisa il suo stesso nome, serve a fare passare i segnali di frequenza elevata ed in pratica quelli della esecuzione musicale; mentre taglia fuori i segnali dei *"marcatori"*; il secondo, viceversa, attenua i segnali musicali della registrazione e lascia passare solamente i segnali a frequenza molto bassa e nel nostro caso, quelli *"marcatori"*.

Il segnale audio o musicale viene poi inviato contemporaneamente ai tre amplificatori finali di potenza da cui fuoriesce, sufficientemente amplificato, ed in grado di azionare degli altoparlanti. I tre segnali marcatori, invece fuoriescono dal filtro passa basso e di qui vengono presentati a circuiti accordati che ne effettuano la separazione. Alla uscita di questi ultimi, i segnali sono poi presentati ad altret-

tanti elementi raddrizzatori i quali vengono ciascuno ad erogare una tensione continua variabile di ampiezza e variabile appunto in funzione della ampiezza del segnale *matker* da cui derivano.

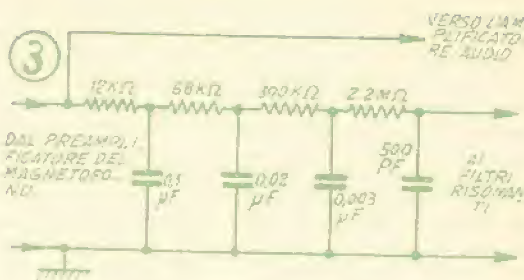
Questi voltaggi continui variabili, sono poi avviati ciascuno ad uno degli amplificatori di potenza, A1, A2, A3 dove in uno speciale circuito cui già è stato fatto cenno, effettuano una specie di controllo automatico del volume di uscita di ciascuno degli amplificatori stessi, in funzione dell'ampiezza dei *markers* ed in ultima analisi, in funzione della ampiezza dei segnali come erano stati captati dai vari sistemi di microfoni, al momento della registrazione.

Si noterà quindi che se ad esempio, il solo segnale a 30 periodi al secondo, *marker*, è presente, solo lo stadio di uscita A1, che da questo viene controllato, eroga il sonoro attraverso il rispettivo altoparlante Ap. 1, mentre gli altri due amplificatori, A2 ed A3 e quindi anche i rispettivi altoparlanti o gruppi di altoparlanti, risulteranno inefficienti ed in silenzio. Ciò viene a corrispondere al caso in cui nella registrazione si siano verificate le condizioni del solo microfono marcato con i 30 periodi eccitato dal suono presente accanto ad esso, mentre agli altri due microfoni non perveniva alcun suono. La considerazione ora fatta, può ovviamente essere applicata anche agli altri due canali, indipendentemente oppure, in vario aggruppamento.

La fig. 2, mostra lo speciale sistema di amplificatore finale che viene adottato, le valvole impiegate sono del tipo, che in genere viene usato come convertitore; nel controfase esse sono usate in coppia in grado di erogare una potenza di uscita, sufficiente per la media delle necessità; quanti preferiscano comunque una potenza maggiore non avranno che da applicare a valle di ciascuno di questi gruppi, un ulteriore amplificatore del tipo in controfase od a valvola singola. La valvola citata nell'amplificatore speciale di fig. 2 è stata preferita ad altre, per il fatto che, pur in grado di controllare un segnale in CC, di considerevole ampiezza, tuttavia i cambiamenti della tensione sulla griglia che in origine è quella oscillatrice, danno in effetto di controllo di volume che è praticamente lineare. Le valvole a coefficiente variabile di amplificazione, non sono adatte a questo circuito, non solo per la minore ampiezza del segnale che sono in grado di controllare, ma anche per il fatto che in esse, il rapporto tra la tensione di polarizzazione e la uscita, non è lineare come dovrebbe.

REALIZZAZIONE DI UN COMPLESSO DILETTANTISTICO

Per un complesso dilettantistico di stereofonia basato su questi principi, due sono gli elementi necessari, ossia un integratore composto come si è visto più sopra ed attraverso il quale il segnale prelevato dal nastro, dalla testina



Schema elettrico dello speciale filtro passa basso

di lettura viene riprodotto ed un pannello di controllo per la registrazione.

L'integratore descritto è del tipo a due canali, capace di dare una sensazione perfettamente spaziale delle audizioni (coloro che non temano le complicazioni e siano disposti all'onere del montaggio di circuiti più complessi), potranno comunque realizzare lo stesso sistema, a tre ed anche più canali a secondo delle preferenze e delle capacità.

Da notare che tutti i canali sono attuati nello stesso modo, con la sola differenza, tra uno e l'altro, delle frequenze dei rispettivi segnali "*marker*". Il pannello controllo descritto, di registrazione, esso pure del tipo a due canali permetterà di effettuare anche delle interessanti registrazioni su nastro da riproduzioni su disco o dalla radio, od anche dalle esecuzioni naturali, attraverso i microfoni.

Il preamplificatore indicato nel blocco alla estrema sinistra della figura 1 può essere lo stesso del registratore o quello di un amplificatore qualsiasi. Il filtro passa basso, illustrato nella fig. 3 è abbastanza efficiente e presenta una attenuazione di 3 decibel a 60 cicli al secondo, con una inclinazione di circa 24 decibels per ogni ottava; è inoltre dimensionato per operare in uscita ad un circuito di bassa impedenza quale quello di un trasformatore di uscita ed in entrata di un circuito ad impedenza elevata, quale ovviamente quello di griglia di una valvola amplificatrice. In queste condizioni, esso si dimostra ideale alle nostre necessità dal momento che è possibile collegarlo direttamente a valle di un trasformatore di uscita, ossia sul secondario che in genere è collegato alla bobina mobile dell'altoparlante. La sua uscita, potrà quindi essere direttamente inviata ai circuiti accordati incaricati della separazione delle tre frequenze *marker*, che si trovano nella registrazione, contemporaneamente.

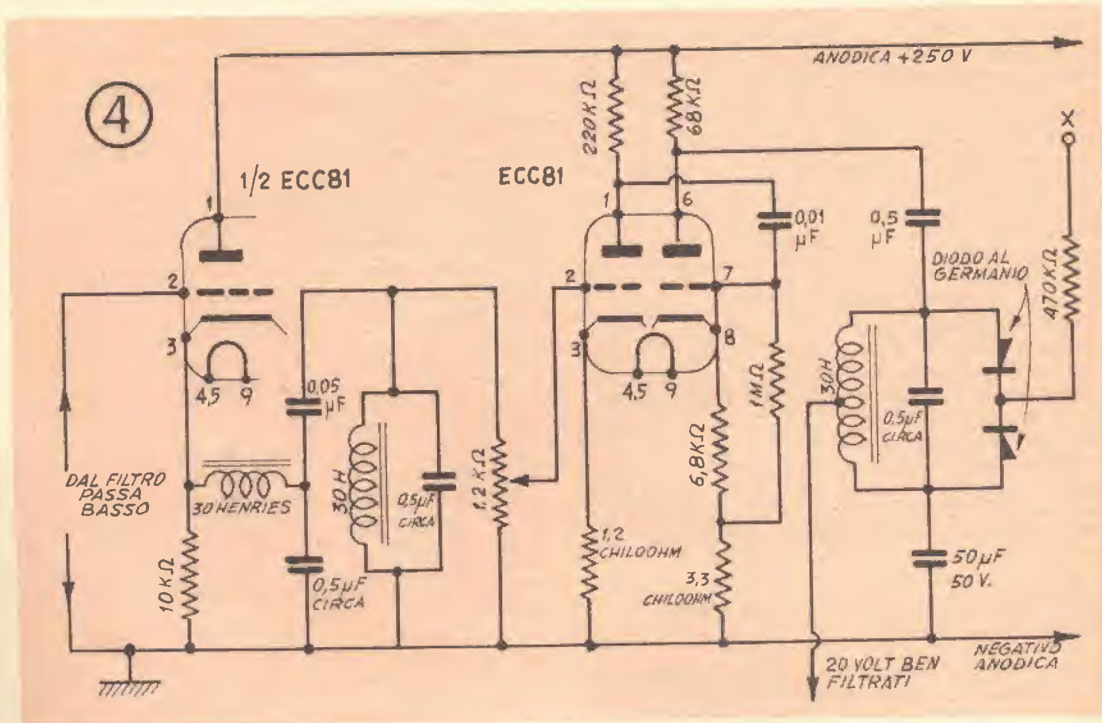
Se si desidera collegare il filtro passa basso ad un punto dell'amplificatore precedente alla uscita, la cosa sarà naturalmente possibile, a patto che anche in questo caso sia scelto un punto ad impedenza relativamente bassa, quale ad un catodo.

Ne deriva pertanto che se sia indispensabile

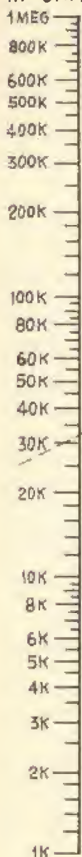
collegare il sistema ad un punto in cui la impedenza sia elevata per abbassare questo valore, non vi sarà da fare altro che applicare un sistema riduttore della impednza stessa; per la precisione si darà la preferenza ad un sistema puramente elettronico quale ad esempio, un circuito di *"cathode follewer"*, invece che un sistema induttivo, ossia a trasformatore od a traslatore, dato che tali elementi introdurebbero nel circuito la proprie induttanze, indesiderabili, per la particolare conformazione del circuito stesso e perché andrebbero ad alterare le frequenze di risonanza dei circuiti risonanti collegati a valle del sistema.

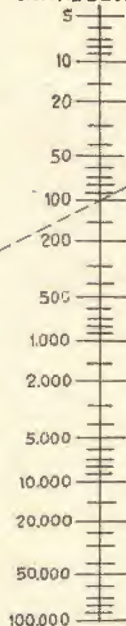
Per semplicità, può emettersi del tutto il filtro passa alto, dato che se anche i segnali *parker* riuscissero a prendere la via dei vari amplificatori, non avrebbero nessuna conseguenza, dato che le loro frequenze sono al di fuori di quelle di risposta degli amplificatori stessi, comunque, i particolari ed i componenti di accoppiamento degli amplificatori audio, debbono essere eventualmente riveduti, per rendere certa la condizione che nessuna porzione apprezzabile dei marker, possa prenderne la via. L'amplificatore in se, può essere semplicissimo; un doppio triodo con la prima metà fatta funzionare in un punto della curva prossima al massimo guadagno di cui è capace ed il secondo triodo, invece fatto funzionare come separatore di fase. La scelta comunque dei componenti e dei loro valori più adatti per l'attenuazione delle frequenze *"marker"*, è meglio farla a seguito di una serie di prove, in genere possiamo dire che si tratterà di scegliere per i condensatori di accoppiamento dei valori di capacità piuttosto basse e per lo stesso dicasi per le resistenze di griglia delle entrate

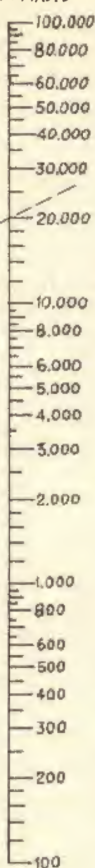
Il circuito efficiente per l'insieme di filtri accordati è illustrati nella fig. 4 è facile constatare che si tratta di filtri passa banda a tre stadi; con i valori indicati e con tutti i componenti in perfette condizioni, il risultato è quello ottimo; se comunque si constati che il circuito sia piuttosto complesso ed elaborato, si potrà semplificare notevolmente. Se ad esempio, si adotteranno dei segnali *marker*, di frequenza sufficientemente distante gli uni dagli altri, invece che i circuiti accordati a tre stadi si potranno usare quelli ad un solo stadio. Non deve comunque preoccupare il fatto della presenza delle induttanze di ben 30 henries, dal momento che non occorre che queste ultime siano molto grandi, per il fatto che attraverso di esse non viene a circolare della corrente continua la quale possa rischiare di danneggiarle o per lo meno di saturarle. Anche lo stadio di uscita, che come si vede, è del tipo a ponte, per entrambe le semionde può essere rimpiazzato da uno di quelli ad una sola semionda, evitando anche la necessità di una induttanza a presa centrale. L'accordo di questi filtro si ottiene naturalmente ritoccando il valore dei condensatori che si trovano in pa-

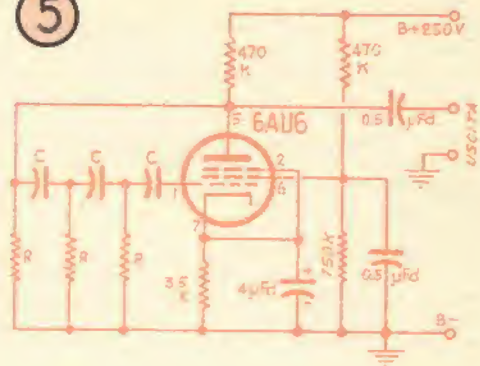


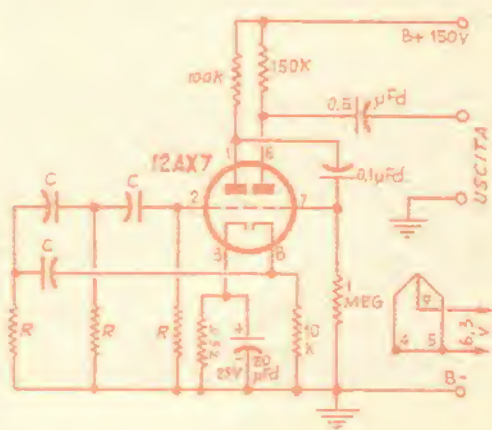
Il circuito del sistema elettronico per la differenziazione dei due canali dei markers. Le induttanze possono essere di dimensioni minime











Due circuiti elettrici di oscillatori adatti per essere usati per la generazione de segnali markers. La tabella indica il valore delle resistenze e delle capacità che debbono essere usati per l'ottenimento delle varie frequenze. Notare che tutte le resistenze R debbono avere il valore ohmico indicato dalla tabella e lo stesso dicasi per le capacità C

rallelo alle induttanze, proprio come se di circuiti oscillanti accordati a radiofrequenza, con la sola differenza nel fatto dei valori assai più elevati, dei componenti, necessari per le piccole frequenza che sono in guioco. Per tale motivo, è impossibile però attuare l'accordo come si suol fare nell'altro caso, ossia adottando dei condensatori variabili, per la difficoltà che si riscontra nell'ottenere dei condensatori regolabili, di valore talmente elevato. Il sistema migliore è senza altro quello di adottare, invece che un condensatore unico, un numero di condensatori di valore più piccolo collegati in parallelo, in modo che il loro valore totale sia quello indicato, in tale maniera non è affatto difficile aggiungendo e togliendo condensatori, riuscire a correggere il valore della capacità e, quindi della frequenza di risonanza, al valore opportuno.

Gli stadi di uscita debbono essere realizzati seguendo scrupolosamente il circuito della figura 2; prove vanno condotte applicando un segnale audio alla entrata degli amplificatori stessi, ad una tensione continua variabile alle linee di controllo, per controllare che queste tensioni siano in grado di controllare il volume di uscita, da un massimo, sin quasi alla completa estinsione del sonoro, senza tuttavia che la riproduzione sonora risenta di alcuna distorsione, eccezion fatta per i livelli bassissimi del volume. Tale escursione della ampiezza del segnale deve ottenersi con una variazione di circa una ventina di volt, della tensione continua di controllo.

GLI OSCILLATORI

Il pannello di controllo della registrazione consiste nel nostro caso di due oscillatori, ciascuno per una delle due frequenze che controllano i due canali della versione dilettantistica del complesso, e sono completati ciascuno da

una controllo per il livello della ampiezza del segnale erogato e da un mescolatore o mixer.

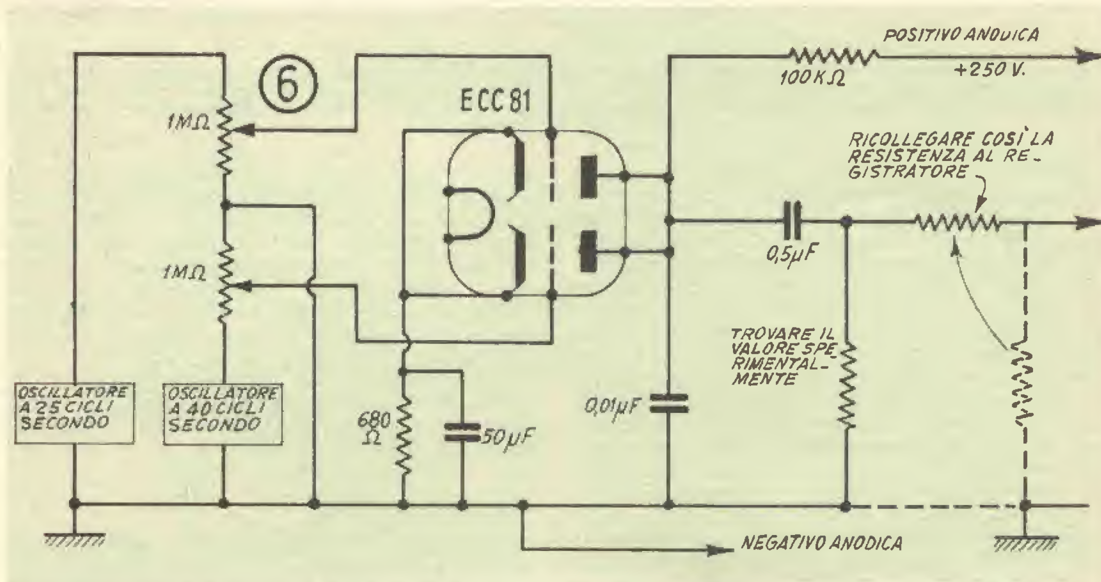
Gli oscillatori in questione non presentano alcun problema specifico, in quanto, possono essere realizzati con una sola valvola ciascuno, il loro funzionamento può essere del tipo a resistenza e capacità oppure ad induttanza e capacità od ancora a trasformatore; inoltre invece che da una valvola possono anche essere serviti da un transistor con conseguente semplificazione del complesso e con un ingombro assai ristretto. In fig. 5, è appunto fornito uno schema di oscillatore che può essere adottato nel sistema. Ad ogni modo per coloro che non vorranno valersi dello schema, precisiamo che è importante che la frequenza erogata dall'oscillatore, qualunque ne è il tipo, sia quanto più possibile di forma prossima alla sinusoide, perfetta. E anche importante che i due oscillatori siano dello stesso tipo e meglio ancora con circuito elettrico uguale con la sola differenza nelle costanti di tempo, in modo che la ampiezza del segnale erogato da essi, sia simile.

Si raccomanda che le frequenze scelte per i *marker*, ossia in sostanza quelle che debbono essere erogate dai due oscillatori siano rispettivamente di 25 e di 40 cicli al secondo, dato che le prove condotte in tale senso, hanno dimostrato essere queste le frequenze più adatte per la realizzazione dilettantistica, ossia a due canali. Tali frequenze inoltre possono essere facilmente separate dai filtri accordati, nell'integratore.

Non è d'altra parte necessario attuare una vera e propria taratura dei due oscillatori date le tolleranze previste, e dato che le eventuali differenze di frequenza possono essere assai meglio corrette nei filtri selettori, con il sistema dell'aggiunta o della rimozione di qualcuna delle piccole capacità. Con questo procedimento non si viene a conoscere che la frequenza approssimata di lavoro di ciascuno dei canali, ad ogni modo, ciò non rappresenta un grave male, sarà infatti l'integratore che risponderà alle eventuali differenze delle frequenze volute, per la possibilità che esiste, come si è visto, di accordare i vari filtri.

I controlli del livello dei due oscillatori, rappresentati naturalmente da due potenziometri, in funzione di attenuatori, debbono essere fissati sul pannello di comando in posizione simmetrica, uno a destra ed uno a sinistra e sul loro asse si deve fissare una manopola isolante possibilmente di grandi dimensioni. Naturalmente, al momento della esecuzione dei collegamenti si tratterà di disporre le cose in modo che la manopola di destra sia quella dell'oscillatore la cui frequenza viene sovrapposta al segnale sonoro captato dal microfono o dal gruppo di microfoni di destra, e che si riferisca quindi anche all'amplificatore di potenza al quale è collegato l'altoparlante od il gruppo di altoparlanti situati verso destra. L'altra manopola, si riferirà, invece all'insieme di captazione e di riproduzione di sinistra.

Dal momento che è necessario effettuare la registrazione sul nastro, dei segnali *marker*, contemporaneamente ai sonori audio a cui questi si riferiscono, occorre che i segnali *marker* sia iniettato nel punto opportuno dei complessi elettronici che precedono la testina di registrazione sul nastro di tutti i segnali. Un punto adatto per la iniezione di questi segnali è quello illustrato nella fig. 6, ossia con la interruzione della connessione a massa della re-



Circuito efficiente di connessione dei due oscillatori marker, all'entrata di un magnetofono attraverso il mixer. I due potenziometri da 1 mega, servono a regolare separatamente il livello di ciascuno dei due segnali markers

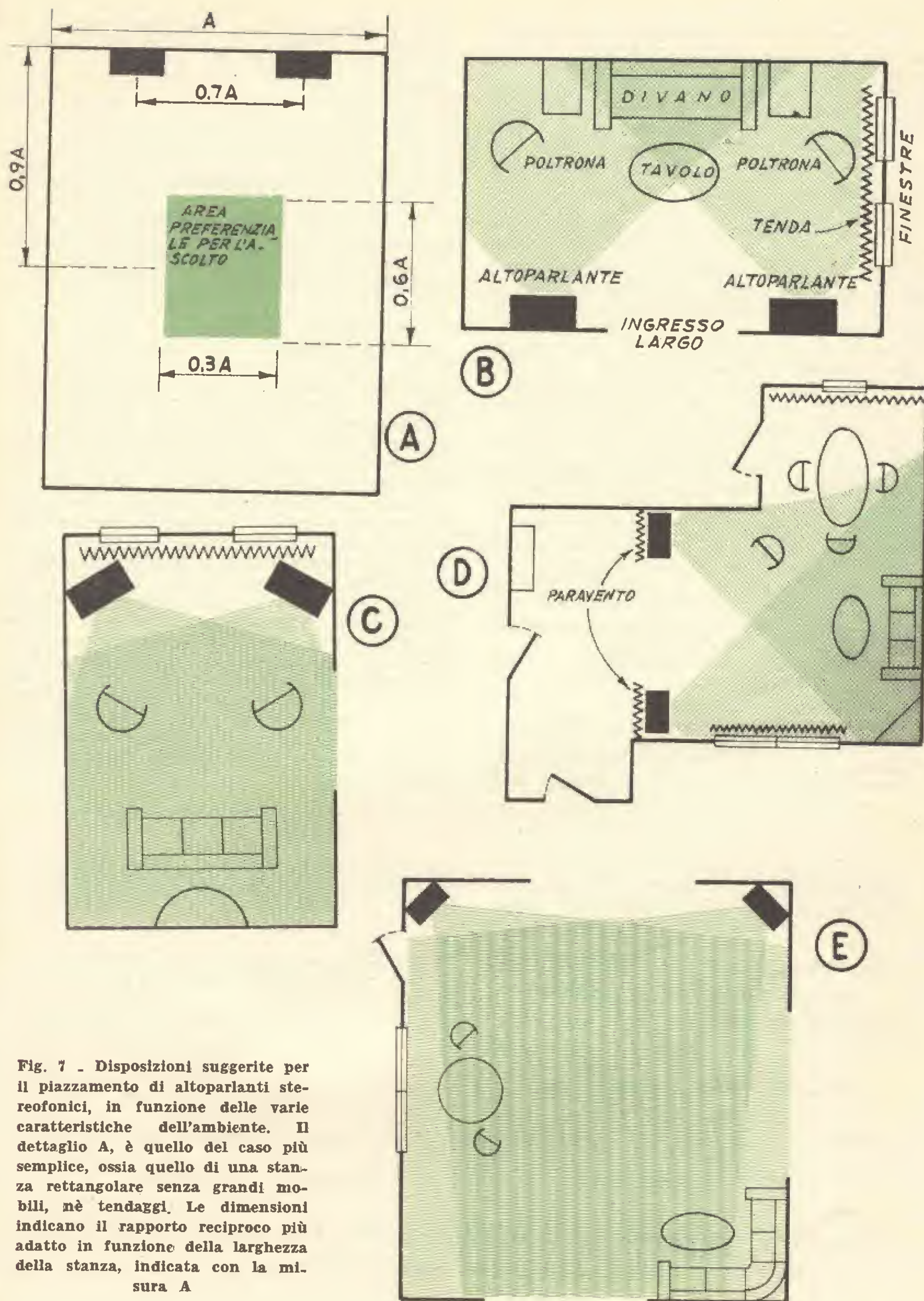


Fig. 7 - Disposizioni suggerite per il piazzamento di altoparlanti stereofonici, in funzione delle varie caratteristiche dell'ambiente. Il dettaglio A, è quello del caso più semplice, ossia quello di una stanza rettangolare senza grandi mobili, nè tendaggi. Le dimensioni indicano il rapporto reciproco più adatto in funzione della larghezza della stanza, indicata con la misura A

sistenza di griglia del circuito di entrata dell'amplificatore e con la inserzione tra il terminale rimasto libero della resistenza e la massa, una altra resistenza di piccolo valore. Lo stadio sul quale questa modifica viene condotta ed il valore della resistenza aggiuntiva, dipende essenzialmente dal fatto che lo stadio di uscita (fig. 2), richiede in pratica una tensione di controllo di una ventina di volt, per essere regolato in pieno, dal massimo sin quasi a livello zero del sonoro.

Prima di effettuare le registrazione vere e proprie conviene eseguire qualche prova registrando un metro circa di nastro senza alcun segnale all'infuori delle frequenze dei *marker*, ad esempio, ruotando verso il minimo uno dei controlli, e verso il massimo, l'altro. Tale spezzone di nastro verso il minimo uno dei controlli, e verso il massimo, l'altro. Tale spezzone di nastro deve poi essere fatto ripassare sul registratore per l'ascolto dopo avere però applicato un voltmetro ad alta impedenza o meglio ancora elettronico od a transistor, predisposto per la corrente continua, alla uscita del raddrizzatore corrispondente al filtro della frequenza del *marker* che è stato registrato; in queste condizioni, gli esperimenti debbono essere protratti sino a che non si sia trovato il punto di attacco del segnale ed il valore della resistenza aggiuntiva di entrata, tale per cui la tensione presente al raddrizzatore e denunciata dal voltmetro inserito, sia appunto di un valore prossimo ai 20 volt.

Se il valore della resistenza aggiuntiva, viene ad essere maggiore della decima parte del valore della resistenza originaria, alla quale è connessa in serie, sarà meglio scegliere un altro punto per la iniezione del segnale, ossia un punto in cui il segnale stesso, possa godere di una maggiore amplificazione, oppure si dovrà cercare di aumentare l'ampiezza del segnale *marker* come questo viene erogato dal rispettivo oscillatore. In caso di difficoltà permanente nel creare queste condizioni senza rischiare di rendere il segnale *marker* troppo ampio e quindi in grado di farsi strada verso l'amplificatore e quindi essere riprodotto dal sistema degli altoparlanti con un effetto assai poco piacevole, converrà tentare come rimedio limite quello di effettuare un accoppiamento a trasformatore (in salita), tra il filtro selettore ed il raddrizzatore, in modo da avere una elevazione sul posto della ampiezza del segnale, dove questo non possa più interferire con quello convogliato normalmente verso l'amplificatore del sonoro.

REGISTRAZIONE

Per effettuare una registrazione stereofonica con questo sistema, si tratta di predisporre il registratore a nastro nel modo consueto, con la sola differenza della aggiunta del pannello di controllo, con i suoi oscillatori e con gli attenuatori. In queste condizioni, uno solo, od entrambi i segnali marker prodotti dagli oscillatori, possono essere convogliati nel complesso e quindi essere registrati sul nastro, unitamente al sonoro normale. Se è la manopola di destra che viene ruotata del tutto verso destra, in senso orario, il sonoro che in quel momento viene registrato sul nastro, al momento dell'ascolto della registrazione esso verrà riprodotto esclusivamente dall'altoparlante o dal gruppo di altoparlanti di destra, lo stesso accadrà se invece si ruoterà del tutto in senso orario, la manopola di sinistra, nel quale caso sarà l'altoparlante od il gruppo di altoparlanti di sinistra a rendere il sonoro durante l'audizione.

Quando tutte e due le manopole saranno ruotate a fine corsa in senso orario, la riproduzione del sonoro al momento dell'ascolto verrà effettuata in misura sostanzialmente uguale dagli altoparlanti di destra e di sinistra. Con la manopola di sinistra a fine corsa e con quella di destra a metà corsa, nell'audizione si avrà la sensazione che il sonoro provenga da un punto situato tra i due gruppi di altoparlanti, ma comunque più vicino a quelli di sinistra che a quelli di destra.

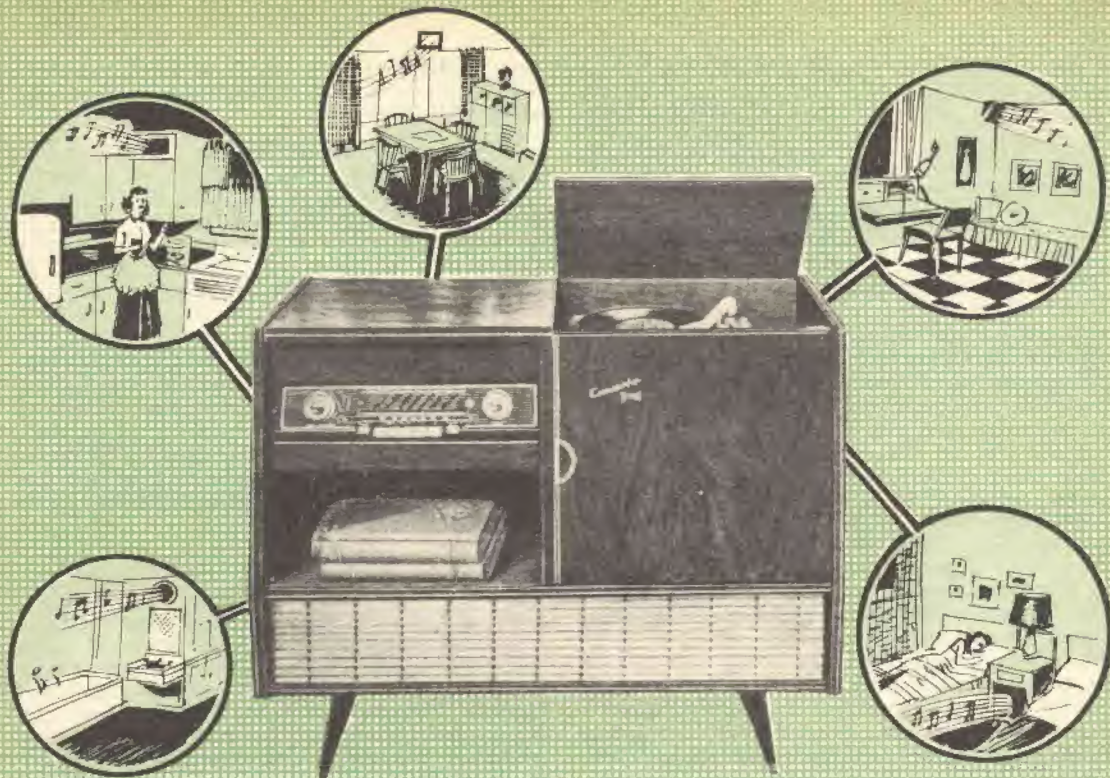
Se si tratterà di eseguire una registrazione di un programma radiofonico od audio di un programma televisivo, si tratterà di decidere in partenza gli effetti che si vorranno ottenere; si potrà ad esempio, desiderare avere la sensazione che gli ottoni siano nella parte centrale della orchestra, gli strumenti a fiato, di legno, leggermente alla destra degli ottoni, le viole leggermente verso sinistra, gli strumenti a percussione alla estrema sinistra ed i violini occupanti lo spazio compreso tra il centro e la estrema sinistra, non vi sarà da fare altro che registrare il programma su di un altro magnetofono e quindi riascoltarlo più volte per apprenderlo quasi a memoria, in modo da potere manovrare le due manopole dei canali, al momento del trasferimento della registrazione sul registratore stereofonico, regolando entro limiti amplissimi gli effetti sonori della registrazione definitiva; la quale una volta ultimata, potrà senza altro essere riprodotta con lo stesso registratore munito dei dispositivi stereofonici di ascolto, ossia dei circuiti di fig. 2, 3 e 4; nell'audizione, invece non occorrerà più alcun intervento da parte dell'operatore, all'infuori di quello di predisporre il magnetofono e quindi metterlo in funzione, come se si trattasse di una registrazione comunissima; da questo è facile rilevare che l'audizione può essere eseguita anche da persone non esperte e che non conoscano nemmeno il meccanismo di funzionamento.

Nel caso di registrazione dal vivo, invece le cose sono grandemente semplificate perché si tratterà di disporre in posizione adatta nel locale un certo numero di microfoni, od anche due soli, uno verso destra ed uno verso sinistra e fare giungere il segnale di ognuno al *mixer* in modo che ciascuno di essi presenti il proprio segnale ad uno dei due *markers*, le cui frequenze andranno a sovrapporsi a quelle del sonoro normale; in queste condizioni non vi sarà che da predisporre le cose in modo che gli altoparlanti si vengano a trovare esattamente nella posizione in cui al momento della registrazione si trovavano i microfoni, cosicché il sonoro riprodurrà fedelmente le condizioni che si verificano al momento della registrazione.

GLI ALTOPARLANTI

Il piazzamento degli altoparlanti ed anche quello dei microfoni non è governato a regole precise e dipende in grande misura dalle condizioni locali, ossia dalle caratteristiche fisiche ed acustiche dell'ambiente; in genere una spaziatura tra i due altoparlanti o tra i due gruppi di altoparlanti, di cm. 150 circa, risulta la migliore nella maggioranza dei casi. Occorre altresì che gli altoparlanti siano connessi al sistema, con la stessa polarità (vedi note sulll'articolo della diffusione sonora in questo stesso numero). In genere può essere utile lasciare connesso l'altoparlante proprio del magnetofono e disporlo in posizione centrale, collegato in serie sul ritorno dei due altoparlanti laterali, i quali riproducano ciascuno uno dei canali, in questo modo, l'altoparlante centrale renderà invece in misura intermedia i due canali. Sempre da controllare le riproduzioni acustiche, per indagare della eventuale presenza di segnali a bassa frequenza dei *"marker"*, in genere comunque gli amplificatori dei magnetofoni comuni hanno una risposta che non giunge sino a delle frequenze così basse, le quali quindi, anche se presenti, alla entrata non riescono a percorrere tutta la catena della amplificazione e si estinguono quasi del tutto prima di giungere agli altoparlanti; questo si verifica specialmente nel caso che il segnale verso l'integratore sia stato prelevato da un catodo di una delle prime valvole.

Il complesso descritto richiede una certa cura per essere adottato alle particolari condizioni locali che si vengono a creare nel registratore e la sua manovra, specie nel caso di trasformazione in stereofoniche di registrazioni normali, in cui grande importanza è anche rivestita dal senso artistico dell'operatore che manovra i due controlli principali ed il *mixer*, da cui dipendono i passaggi da un canale all'altro ed in ultima analisi, l'effetto della stereofonia.



Note sulla diffusione sonora nell'appartamento

A quanti amano la buona musica, piace anche la possibilità di distribuire le riproduzioni da disco o da nastro, od anche i semplici programmi radio, nei vari ambienti dell'appartamento. Il sistema, infatti della diffusione... globale, che consiste nel regolare al massimo il volume dell'amplificatore o della radio non rappresenta certamente la soluzione ideale al problema, in quanto comporta molti inconvenienti immediati e molti altri che non mancano di rendersi evidenti con il tempo. Il volume elevato, può ad esempio, risultare molesto ai più, per non parlare dei vicini, che magari abbiano la camera da letto o quella dei bambini confinanti con la stanza in cui noi abbiamo installato l'impianto acustico; in queste condizioni poi, più il volume acustico emesso dall'amplificatore viene aumentato, più aumentano le distorsioni che deturpano le audizioni. Altro inconveniente della diffusione di questo genere è quello che per fare si che le riproduzioni possano essere udibili anche in ambienti situati magari alla estremità opposta dell'appartamento, è giuocoforza regolare il volume acustico ad un livello che è intollerabile per coloro che si trovino in ambienti più vicini, per non parlare del disagio in cui si vengono a trovare quanti si trovino poi alla stessa stanza in cui il complesso centrale di riproduzione è installato.

Una soluzione accettabile sarebbe già quella di rendere mobile, o per lo meno spostabile, il complesso sonoro, in modo da poterlo portare volta per volta nell'ambiente in cui lo si desidera; questo a volte è possibile, ma a volte, a causa magari delle dimensioni degli apparati e per la loro particolare disposizione, risulta un espediente assai poco pratico.

Il sistema che rappresenta una soluzione più vicina alla ideale è dunque quello della installazione di altoparlanti, in tutti i locali in cui in un caso o nell'altro interessino le audizioni. Tutti gli altoparlanti, naturalmente debbono essere collegati al complesso centrale di amplificazione che provvede alla loro alimentazione, fornendo ad essi, la bassa frequenza am-

plificata, proveniente dalla radio, o dal televisore, o dal registratore a nastro, oppure dal complesso giradischi ecc., questa soluzione, del resto, non è affatto complicata nè costosa, in quanto è facile trovare in commercio, degli ottimi altoparlanti, di dimensioni adatte, e muniti di apposite custodie, la cui linea non stona affatto anche se questi siano piazzati in locali arredati con raffinatezza; vi sono anzi, degli altoparlanti speciali, chiamati diffusori, che grazie alla loro linea particolare hanno per fino il merito di combinare ottimamente con il mobilio, sia moderno che classico; citiamo ad esempio, il Radioconi RC-80 in vendita anche presso la GBC con il numero di catalogo A-531 oppure, il Philips AF-7325 che rientra nel catalogo GBC con il numero A- 226.

L'attuazione del sistema, però non si riduce all'acquisto degli altoparlanti, nel numero che si giudichi sufficiente agli ambienti da servire con essi, alla loro, installazione più adatta negli ambienti stessi, ed alla loro connessione al complesso centrale di amplificazione attraverso una linea apposita, generale ossia comune, ed unica per tutti gli altoparlanti, od individuale, ossia tale per cui dal posto centrale sia possibile commutare a piacere i vari altoparlanti, inserendo quelli che interessino; e lasciando inattivi gli altri.

Esiste, invece un problema che è più importante, specie negli impianti di una certa potenza e facenti capo ad un amplificatore di buona qualità. Non bisogna infatti dimenticare che ciascuno degli altoparlanti presenta una bobina mobile di una determinata impedenza e la inserzione di questa bobina nel sistema sonoro da attuare, determina, una variazione della impedenza e della resistenza totali del circuito, il quale per contro, fa sempre capo al secondario del trasformatore di uscita, che in genere, non ha prese intermedie e presenta quindi una impedenza stabile.

La inserzione sul secondario del trasformatore di uscita dell'amplificatore, di queste impedenze, che variano di valore ogni volta che un altoparlante del sistema viene inserito o disinserito, ha come conseguenza il turbamento delle condizioni di lavoro del complesso, le quali si allontanano via via di più, da quelle ideali, con la conseguenza di uno sbilanciamento e quindi, della comparsa di distorsioni di maggiore o minore entità, sempre comunque indesiderabili, quando interessi una resa sonora di buona qualità. Per intenderci, diamo un esempio analogo: se sul circuito di una valvola finale, la cui impedenza di carico sia di 5000 ohm, si inserisce un trasformatore di uscita il cui primario abbia appunto la impedenza di 5000 ohm, le cose vanno nel miglior modo, se però, si sostituisce il trasformatore precedentemente citato, con uno avente il primario con impedenza diversa, diciamo 10000 oppure 2500 ohm, le richieste da parte della valvola finale, in quanto ad impedenza di carico, non sono più soddisfatte, e questa viene ad operare su di un punto poco favorevole della sua curva caratteristica con la conseguenza di una resa sonora assai inferiore e soprattutto, con quella della comparsa di distorsioni assai poco piacevoli. Lo stesso accade se, pur lasciando il trasformatore di uscita, con il primario adatto, di 5000 ohm, si colleghi magari in parallelo od in serie di questo, un altro trasformatore, anche se della stessa impedenza; anche in questo caso, la impedenza totale del complesso viene ad essere turbata e ne risulta la comparsa di distorsioni e di altri inconvenienti.

Se si vuole che l'impianto casalingo di diffusione sonora non presenti tali inconvenienti, pur permettendo l'impiego del numero desiderato di altoparlanti, e la variazione di questo numero caso per caso a seconda delle esigenze, occorre tenere presenti le avvertenze che saranno date quì appresso, sia per quello che riguarda la scelta degli altoparlanti stessi, che

A sinistra: Altoparlantino con custodia, della Geloso; si presta ottimamente per la distribuzione del sonoro nei vari ambienti dell'appartamento. - Al centro: Altoparlante ausiliario, della produzione Philips, con custodia, particolarmente adatto, ove interessi dare al suono, un certo orientamento. - A destra: Diffusore speciale della Radioconi, il modello RC80, che è in grado di produrre un volume sonoro più che doppio di un altoparlante comune, alimentato con pari potenza audio. Anche la risposta qualitativa del dispositivo è eccellente



per la opportuna connessione di questi, al sistema, in funzione anche delle loro caratteristiche.

Per prima cosa si tratta di stabilire il numero massimo di altoparlanti che debbono essere inseriti sul complesso (in funzione dei locali in cui la diffusione sonora debba avvenire), od almeno il numero massimo di altoparlanti, tra quelli installati, che debbano funzionare contemporaneamente, nei vari ambienti. Subito dopo si deve prendere in considerazione il sistema della loro connessione alle linee provenienti dal complesso amplificatore; contemporaneamente al sistema di inserzione e di collegamenti, si tratta anche di stabilire le caratteristiche sopratutto elettriche degli altoparlanti singoli; ne consegue che questi elementi debbano di preferenza essere determinati prima dell'acquisto degli altoparlanti.

La scelta del tipo di connessione tra i vari altoparlanti e tra questi e l'amplificatore, è essenziale perché le impedenze sul trasformatore di uscita dello amplificatore stesso, oppure sulla linea di distribuzione siano rispettate, indipendentemente dal numero degli altoparlanti che verranno usati.

Prima di acquistare gli altoparlanti dunque occorre riflettere bene su quelle che siano le impedenze più adatte da scegliere, in modo che il sistema possa fornire la impedenza totale compatibile con quella di uscita dell'amplificatore. La tavola n. 1 illustra diversi sistemi di inserzione di vari altoparlanti, in numero da 2 a 5, come si nota, vi sono dei sistemi di connessione in serie, altri di collegamenti in parallelo ed altri ancora di collegamento in serie-parallelo. La tabella allegata e riferentesi appunto alla tavola citata, indica quale debba essere la impedenza di ciascuno degli altoparlanti del sistema per fare si che questo presenti alle estremità, una determinata impedenza. Per esempio, se si ha il secondario del trasformatore di uscita dell'amplificatore della impedenza di 4 ohm, e si voglia riuscire ad alimentare tre altoparlanti in un collegamento tale che essi forniscano una impedenza di 4 ohm, così da combinarla con quella dell'amplificatore, sono possibili due soluzioni, ossia di tre altoparlanti in parallelo, uno dei quali della impedenza di bobina mobile, di 8 ohm, e gli altri due che abbiano ciascuno la bobina mobile di 16 ohm. La soluzione suggerita nel dettaglio «d», invece è quella di un collegamento del tipo in serie parallelo, e prevede la connessione in serie di due altoparlanti da 4 ohm, ed alla connessione in parallelo a questo gruppo, di un altoparlante da 8 ohm.

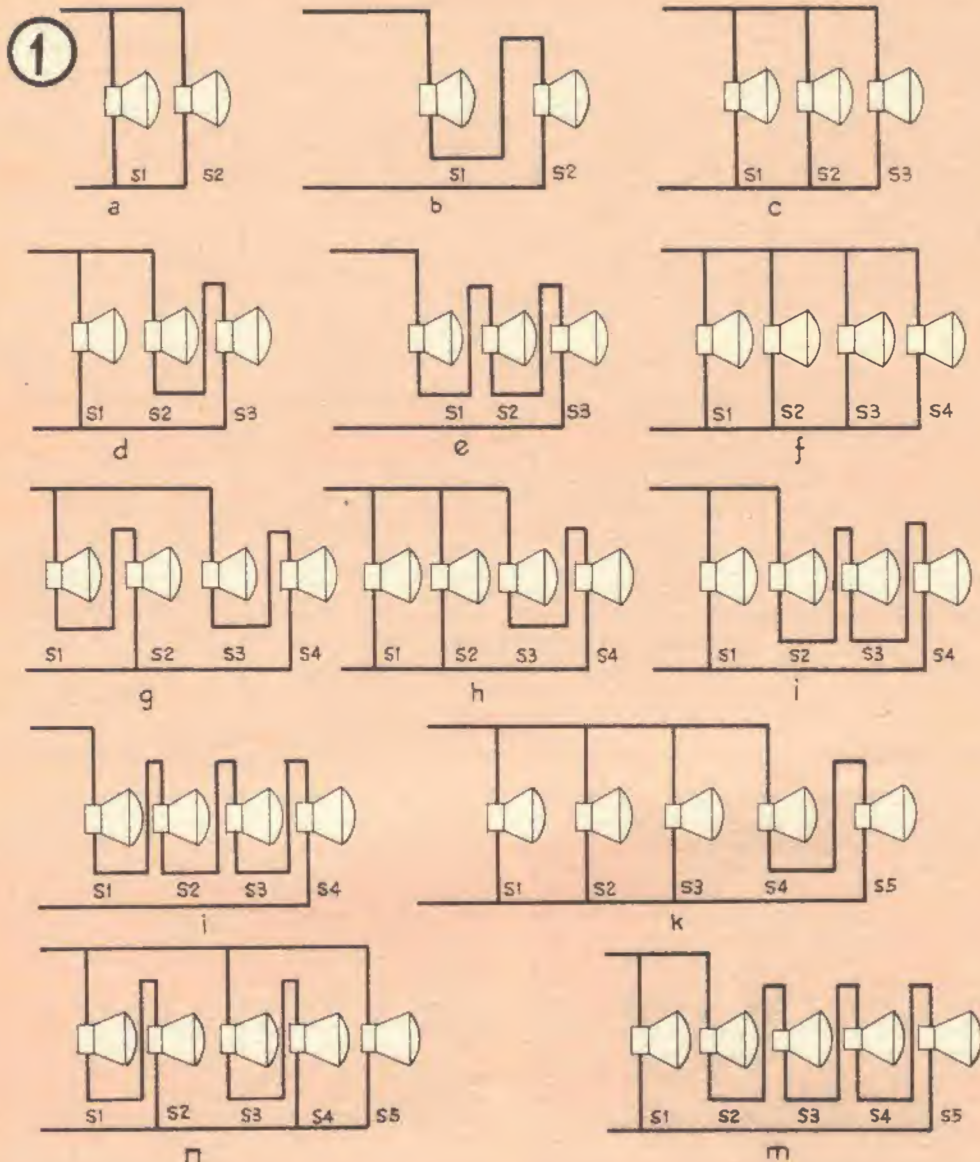
Altro problema, è quello che si presenta in relazione alla potenza disponibile, erogata dall'amplificatore e che si debba suddividere in modo opportuno tra i vari altoparlanti, a seconda del volume sonoro che interessi ottenere in ciascuno degli ambienti, o per altri motivi. Anche questa raffinatezza è possibile senza essere costretti a fare uso di reostati o potenziometri o resistenze in genere che nella maggior parte dei casi disperdono una forte percentuale della potenza disponibile costringendo per portare questa ad un livello accettabile, a spingere a fondo la manopola del volume dell'amplificatore, e mettere questo ultimo in condizioni di erogare una bassa frequenza di maggiore potenza, ma assai più distorta.

La prima tabella vuole essere una risposta anche a questo problema, ed in particolare ad esso si riferiscono i numeretti frazionari tra parentesi che si trovano a fianco del valore di impedenza di ciascuno degli altoparlanti. Tali frazioni si riferiscono appunto alle parti della potenza totale che sono disponibli a ciascuno degli altoparlanti, nella determinata connessione alla quale si fa riferimento. Se ad esempio, ci si riferisce alla disposizione «d», a tre altoparlanti, con impedenza totale di 4 ohm, si vede che il primo altoparlante, ossia quello da 8 ohm, ha a disposizione la metà della potenza audio erogata dall'amplificatore (qualunque essa sia), mentre il secondo ed il terzo degli altoparlanti, entrambi da 4 ohm, dispongono ciascuno solo della quarta parte della potenza erogata. E facile controllare come il calcolo sia esatto e dimostri che tutta la potenza sia disponibile per gli altoparlanti, senza andare dispersa su resistenze, ecc. Se si sommano infatti le potenze disponibili a ciascuno degli altoparlanti (1/4 + 1/4 + 1/2), si constata il totale della somma è appunto uguale alla unità, ossia alla intera potenza erogata dall'amplificatore.

La maggior parte dei complessi di tipo economico e di costo medio, (radio, televisori, registratori, amplificatori, ecc), presenta una impedenza di uscita di 4 ohm o di valore assai

Tabella prontuario delle varie potenze audio ottenibili a seconda del tipo di valvole installate nello stadio finale dell'amplificatore o del ricevitore ecc, ed a seconda del numero di esse. Suggerimento del numero di altoparlanti medi che si presume potersi alimentare con le potenze stesse.

	Numero valvole stadio finale	Potenza approssim. in watt	Numero max altoparlanti medi
2 A 3	1 2	da 3 a 5 da 10 a 15	3 5
6AQ5-6K6 6F6-12AQ5 e simili	1 2	da 3 a 4,5 10	3 5
6L6 e simili	1 2	da 5 a 10 da 15 a 50	4 5 o più
6V6 e simili	1 2	da 3 a 6 da 10 a 15	3 5
50C5 50L6 50B5	1	da 1 a 25	2



prossimo a questo e che può essere quindi considerato tale. Talune delle apparecchiature più complete ed evolute, e specie quelle moderne ad alta fedeltà, presentano diverse impedenze di uscita, in genere, 4, 8, 16 ohm, disponibili ai secondari a prese multiple dei trasformatori di uscita. In questo ultimo caso comunque le impedenze disponibili tra ciascuna doppia di conduttori provenienti dal trasformatore di uscita possono essere facilmente rilevate, dalle targhette o alle diciture che certamente si trovano alla morsettiera posteriore delle apparecchiature, o nel caso meno probabile, possono essere individuate, in base ad un codice di colori, dell'isolamento dei conduttori che fuoriescano dal trasformatore di uscita. In ogni caso, pertanto non sarà difficile stabilire quale sia la migliore impedenza di uscita dell'amplificatore in funzione delle caratteristiche degli altoparlanti che si intendano collegare.

Quando alla potenza erogata in bassa frequenza dalle varie apparecchiature, non possiamo stabilire una regola precisa, in quanto la potenza stessa, varia enormemente da una apparecchiatura ad una altra; in genere co-

Tabella prontuario delle impedenze presentate dai vari sistemi, a seconda delle impedenze dei singoli altoparlanti che vi sono impiegati; accanto a cascuno degli altoparlanti è anche indicata la porzione della potenza utile, che esso viene ad avere a disposizione, rispetto alla potenza totale erogata dall'amplificatore.

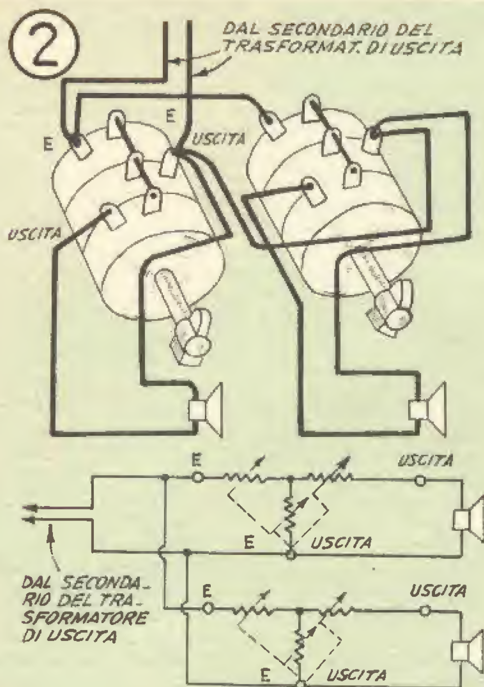
Impedenza amplificatore uscita	Numero Altopar	circuito	Impedenza di ciascun altoparlante e potenza disponibile				
			S1	S2	S3	S4	S5
4 ohm	2	a	8 (½)	8 (½)			
	3	c	16 (¼)	16 (¼)	8 (½)		
		d	8 (½)	4 (¼)	4 (¼)		
	4	f	16 (¼)	16 (¼)	16 (¼)	16 (¼)	
		g	4 (¼)	4 (¼)	4 (¼)	4 (¼)	
		h	16 (¼)	16 (¼)	4 (¼)	4 (¼)	
		h	8 (½)	16 (¼)	8 (1/8)	8 (1/8)	
	5	K	16 (¼)	16 (¼)	16 (¼)	8 (1/8)	8 (1/8)
		n	8 (1/8)	8 (1/8)	8 (1/8)	8 (1/8)	8 (½)
8 ohm	2	a	16 (½)	16 (½)			
		b	4 (½)	4 (½)			
	3	d	16 (½)	8 (¼)	8 (¼)		
	4	g	8 (¼)	8 (¼)	8 (¼)	8 (¼)	
		j	16 (½)	8 (¼)	4 (1/8)	4 (1/8)	
	5	m	16 (½)	4 (1/8)	4 (1/8)	4 (1/8)	4 (1/8)
		n	16 (½)	16 (1/8)	16 (1/8)	16 (1/8)	16 (1/8)
16 ohm	2	b	8 (½)	8 (½)			
	3	e	8 (½)	4 (¼)	4 (¼)		
	4	i	4 (¼)	4 (¼)	4 (¼)	4 (¼)	

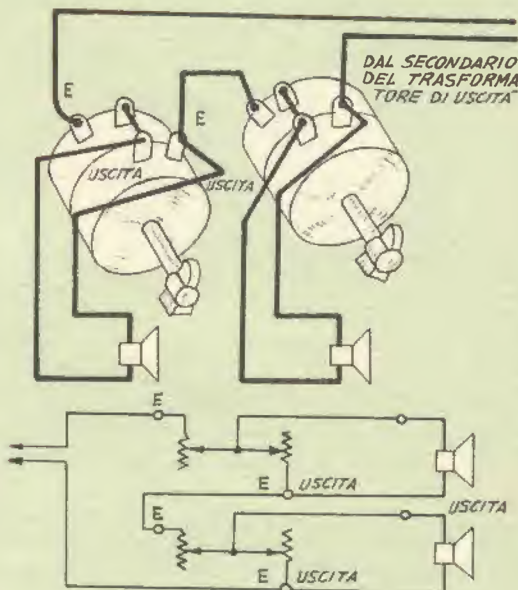
munque possiamo dire che anche le radio comuni casalinghe come anche i radiofonografi, i televisori, ecc, erogano una potenza audio tale da essere in grado di alimentare a sufficienza anche un altoparlante ausiliario, oltre a quello normale installato nell'apparecchio stesso. In taluni casi, poi la scorta di potenza è tale che gli apparati siano in grado di alimentare ottimamente anche altri quattro o cinque altoparlanti ausiliari. Al momento della scelta degli altoparlanti, comunque, occorre anche tenere presente la potenza di ciascuno di essi, in funzione della porzione di audiofrequenza che pervenga a ciascuno di essi. Se ad esempio, per tornare ad un caso già esaminato, ossia quello a tre altoparlanti, secondo la disposizione «d», se dallo amplificatore e disponibile una potenza audio di 10 watt, al momento di acquistare gli altoparlanti stessi, si tratterà di scegliere il primo, ossia quello da 8 ohm, in modo che esso sia in grado di assorbire una potenza di (10 x 1/2), 5 watt quanto agli altri due altoparlanti, come si vede, potranno avere una potenza di (10 x 1/4), 2,5 watt ciascuno. Raccomandiamo di rispettare queste condizioni, se non si vuole che taluni degli altoparlanti siano alimentati ad un livello maggiore di quello che essi siano in grado di dissipare e quindi a dare luogo al inconvenienti quali, surriscaldamenti, deformazioni e distorsioni ecc.

La tabella 2, vuole dare una idea della potenza che si può presumere disponibile in audiofrequenza in un apparecchio, (televisore radio, giradischi magnetofono, ecc), in funzione della valvola o delle valvole che siano usate nello ultimo stadio di esso. Va da se che nel dire che le valvole usate nello stadio di uscita dell'apparecchio, sono due, e si riferisce al fatto che le stesse sono usate nel sistema a controfase od a push-pull.

Oltre che la potenza erogata con approssimazione dal sistema di valvole in uscita, la tabella fornisce anche una sorta di indicazione sul numero di altoparlanti di media potenza, che possono essere alimentati dal sistema stesso con quella determinata potenza audio. Naturalmente la tabella in questione non ha la pretesa di essere completa, ma del resto, qualsiasi prontuario o manuale di valore è in grado di fornire la indicazione delle potenze per tutti i tipi di valvole.

Quando si voglia attuare un sistema di controllo individuale del volume sonoro erogato da ciascuno degli altoparlanti, non è pratica la soluzione semplicistica citata più sopra, ossia quella di usare in serie all'altoparlante un normale reostato od un potenziometro, dato che questa inserzione, comporterebbe come si è visto una alterazione delle impedenze proprie del sistema e quindi, la comparsa di distorsioni ecc. La soluzione ideale è quella, alquanto più costosa ed elaborata che va sotto





Due sistemi di attenuatori per altoparlanti, a differenza dei semplici potenziometri, questi sistemi hanno il vantaggio di mantenere sempre costante la impedenza del complesso verso la linea, così che questa non viene affatto turbata

il nome di attenuatori a «T» o di attenuatori ad «L». Detti organi sono facili da trovare in commercio e consistono di potenziometri coassiali, di valore ohmico pari alla impedenza della bobina mobile dell'atloparlante che essi sono chiamati a controllare; la disposizione è tale per cui, quando viene aumentata la resistenza in serie alla bobina mobile, per la diminuzione del volume, una altra resistenza in parallelo allo altoparlante viene invece diminuita automaticamente in maniera che la resistenza e quindi impedenza totale del sistema sia sempre di valore identico a quella dell'altoparlante, quando viene usato da solo o senza alcun organo di controllo, ed in questo modo, le condizioni ideali di funzionamento del complesso sono rispettate. Nella fig. 2, sono illustrate quali siano le connessioni elettriche corrette a questi attuenuatori, nel caso del controllo contemporaneo di due altoparlanti. Ciò che è indispensabile nell'impiego di questi attenuatori è che essi siano scelti con una resistenza interna pari alla impedenza degli altoparlanti a cui essi debbono essere connessi.

Se si dispone un attuenuatore, individuale per ciascuno degli altoparlanti, è anche possibile regolare la potenza audio di uscita dell'altoparlante, ad un livello relativamente elevato, e quindi si regola il livello sonoro di ciascuno degli altoparlanti, al grado voluto, per mezzo della manovra degli attenuatori; naturalmente nella regolazione della potenza sonora dello amplificatore si tratta di evitare di portare tale potenza ad un livello al quale ancora non cominciano a manifestarsi delle distorsioni.

Nel caso che l'amplificatore abbia il controllo della potenza audio, coassiale all'interruttore generale dell'apparato, conviene eseguire sul pannello frontale dell'amplificatore un segno di riconoscimento ed usare una manopola del tipo con indice, allo scopo di potere rimettere nelle condizioni migliori, l'apparecchio, dopo averlo riacceso, senza dovere ogni volta provvedere ad una serie di prove.

Per le linee può essere usato il comune cavetto bipolare, sottoplastica, che in genere si usa per le linee degli impianti elettrici a bassa tensione, quali quelli dei campanelli e quelli degli apriporta elettrici, è semmai consigliabile che i conduttori di queste linee siano piuttosto robusti appunto per evitare delle perdite eccessive della energia in audiofrequenza, lungo di esse, in quanto le tensioni in giuoco sono molto basse; in genere si consiglia di adottare il conduttore massiccio oppure a molti capi, che abbia una sezione di circa 1,5 mm., specialmente per la esecuzione di linee di al-



Un complesso polifonico Isophon, di eccellente resa qualitativa, che può essere sistemato su di una qualsiasi parete, oppure posato su di un mobile

toparlanti distanti 10 o più metri dal complesso centrale della amplificazione.

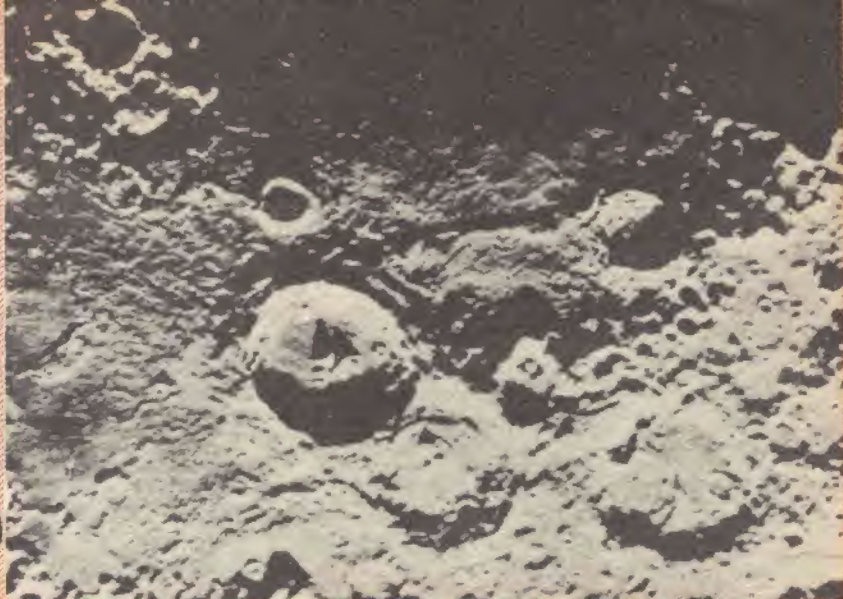
Gli altoparlanti possono essere di diametri compresi tra i 75 ed i 300 mm. a seconda delle esigenze acustiche, della potenza disponibile e dello spazio, nel caso che questo imponga qualche limitazione, in genere comunque per altoparlanti ausiliari si preferisce sceglierne di quelli di diametro compreso tra i 125 ed i 200 mm. In ogni caso, però deve trattarsi di altoparlanti di buona qualità anche se questo comporta una spesa alquanto maggiore. Detti altoparlanti, poi debbono essere magneto dinamici ossia a bobina mobile ma con la eccitazione di campo fornita non da un avvolgimento di campo, ma da un forte magnete permanente: è chiara la ragione di questa preferenza dato che gli altoparlanti elettrodinamici, impongono l'impiego di una sorta di eccitazione con corrente continua che è assai poco pratico provvedere nei vari ambienti. Coloro che lo preferiranno, potranno naturalmente usare, invece che degli altoparlanti singoli, dei raggruppamenti di due o più altoparlanti muniti eventualmente di cross over, per la differenziazione dei toni, quali i complessi della Isophon, eccellenti da tutti i punti di vista, il cui costo, è ampiamente compensato dalla resa musicale di cui essi sono capaci. Nel caso di uso di qualcuno di questi raggruppomenti, conviene tenere presente la potenza in watt, che essi sono in grado di dissipare, per vedere se essa rientri in quella erogata dall'amplificatore. Quanto alla impedenza nominale dei raggruppamenti, agli effetti della inserzione dei raggruppamenti stessi, nella rete di diffusione dell'appartamento occorre considerarla come se si trattasse di quella di un solo altoparlante, tale impedenza in genere, è segnalata dal fornitore al momento dell'acquisto ed inoltre può anche essere rilevata dai vari cataloghi, quali ad esmpio quelli della GBC, la quale tratta, per l'Italia la produzione Isophon.

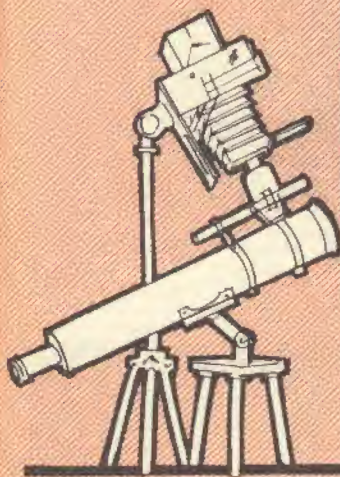
CONSIGLI PER L'ATTUAZIONE DEL SISTEMA DI DIFFUSIONE SONORA

1), se due o più altoparlanti debbono essere installati nello stesso ambiente, occorre che essi siano messi «in fase» allo scopo di evitare che nell'ambiente si vengano a formare delle zone in cui il livello sonoro risulta assai complesso. Per realizzare questa condizione si tratta in sostanza di correggere la polarità delle connessioni della linea alle varie bobine mobili degli altoparlanti. Operare come segue: effettuare le connessioni ai vari altoparlanti nel modo analogo a quello che deve essere il definitivo, e quindi, dal punto di partenza della linea, ossia in prossimità dell'amplificatore, oppure nel punto in cui la linea di alimentazione giunge nell'ambiente in cui gli altoparlanti sono sistemati, si applica tra i terminali un elemento di pila a torcia, da 1,5 volt, anche se mezzo scarico; pregare un amico di osservare il cono di tutti gli altoparlanti, dalla parte frontale e di vedere se quando il circuito sulla pila viene chiuso, il movimento dei coni da tutti gli altoparlanti, avvenga nello stesso senso; prendendo naturalmente nota di quegli altoparlanti in cui il movimento avviene in direzione opposta. Si tratterà poi di effettuare la inversione dei collegamenti a questi soli altoparlanti in modo appunto da invertirne la e di renderla uguale a quella degli altri.

2), quando per ottenere una determinata impedenza totale con un gruppo di altoparlanti dati, sia possibile adottare la disposizione in serie come anche quella in parallelo conviene dare la preferenza a quest'ultima. In una connessione in serie, infatti, quando per un incidente od una interruzione, accorsa ad uno degli altoparlanti, si verifica il bloccaggio del funzionamento di tutti gli altoparlanti, ed in queste condizioni, una eventuale ricerca del guasto risulta più laboriosa; nel caso della connessione in parallelo invece solo l'altoparlante che è inefficiente oppure del quale è inefficiente la linea individuale, rimane in silenzio, mentre gli altri funzionano, ed in queste condizioni il rilevamento del difetto è assai più semplice.

3), In talune installazioni, le linee di alimentazione dei vari altoparlanti, possono essere realizzate con piattina parallela in politene trasparente, di quella che si usa per le discese di antenna a 300 ohm, dando semmai la preferenza a quella in cui i due conduttori siano di maggiore sezione. Tale piattina può essere facilmente dissimulata sotto tappeti, lungo i battiscopa, e lungo le linee di confine tra il soffitto e le pareti dei vari ambienti, senza che la sua presenza deturpi la continuità delle pareti. Quando la casa è grande o comunque quando le linee debbonno essere necessariamente lunghe, adottare di preferenza delle linee a medie impedenza, ad esempio, da 8 o meglio ancora, da 16 ohm, nel qual caso si hanno meno perdite.





Fotografia astronomica

Molti degli appassionati di osservazioni astronomiche sono anche interessanti alla ripresa ed alla registrazione fotografica delle osservazioni più interessanti che capita loro di seguire. La astrofotografia, infatti, permette di fissare delle immagini a volte estremamente sfuggenti, di corpi celesti o di fenomeni ad essi relativi, cui capita di assistere quali ad esempio, la presenza di eclissi, lo stato provvisorio di una stella variabile, il passaggio di una cometa, ecc.

Questa possibilità si dimostra preziosa in un gran numero di casi ; ad esempio, quello di osservare nel modo più comodo, un fenomeno, anche dopo che esso si sia estinto, in modo da poterlo interpetrare nella migliore maniera; in tali condizioni assai spesso, accade infatti di fare delle scoperte che ad una osservazione diretta ed affrettata del fenomeno stesso, sarebbero sfuggite, o quanto meno non avrebbero potuto ricevere la valutazione opportuna. Cogliamo pertanto l'occasione di questo articolo per raccomandare ai lettori che si interessano di astronomia, di dedicarsi almeno in parte anche alla fotografia, magari mettendosi in contatto, per questa loro attività, con i più vicini osservatori astronomici da cui ottenere i migliori orientamenti su quelle che sono le zone e quelli che sono i corpi celesti, su cui appare conveniente appuntare la attenzione, per la esecuzione delle foto.

Nè, questo genere di attività fotografica, appare complessa da attuare e costosa, in quanto può essere messa in atto anche con i più economici telescopi a lenti od a specchio; perfino con quelli del costo di pochissime migliaia di lire che è possibile acquistare già pronti, presso molte ditte serie, anche in Italia, a parte il fatto di quei telescopi, autocostruiti con pochissime lenti od eventualmente con uno specchio di pochi centimetri di diametro e la cui costruzione viene a costare ancora meno. Va da se che il possesso di telescopi di maggiore potenza e di maggiore luminosità permette la ripresa di fenomeni e di corpi celesti più distanti, di quelli a cui possono giungere i telescopi più economici, ad ogni modo, in ogni caso non è difficile il raggiungimento di qualche compromesso.

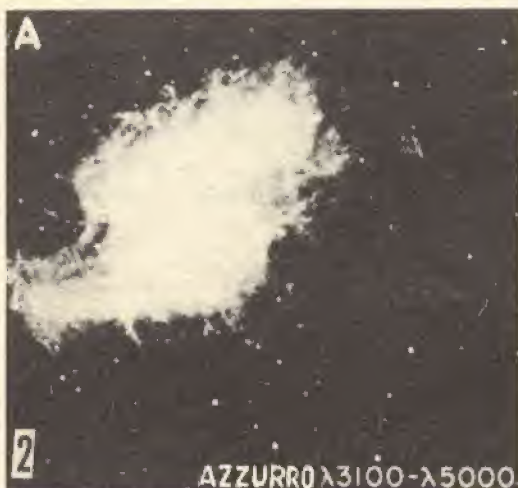
La astrofotografia richiede naturalmente oltre che il possesso del telescopio, anche il possesso di una macchina fotografica con la quale effettuare le riprese: la migliore tra tutte, è certamente la macchina tipo reflex monobbiettivo, quale la ContaX D, la Pentacon, la Exacon, la Rectaflex, la Contaflex, la Exacta, e tutte quelle simili, munite di specchietto interno a 45 gradi e di prisma a tetto che permettono il puntamento della macchina stessa attraverso la osservazione diretta del soggetto che viene ad entrare nel fotogramma, e non di quello che si vede attraverso il mirino esterno. In queste particolari condizioni, infatti, appare indispensabile che il corpo celeste, oppure il

fenomeno che debba essere fotografato, sia osservato direttamente nelle stesse condizioni in cui esso appare sul piano focale della macchina ossia dove là immagine prodotta dalla ottica dell'obbiettivo si viene a formare, ben netta, e ad impressionare la pellicola che giace appunto sullo stesso piano.

Ottimamente bene vanno anche le macchine a lastre, del tipo con messa a fuoco diretta dall'obbiettivo dell'apparecchio, attraverso un finissimo vetro smerigliato.

In ogni caso, ossia con la macchina reflex monobbiettivo, come anche con quella a vetro smerigliato è desiderabile che si abbia a disposizione un buon obbiettivo, non importa se di focale corta, ma di sufficiente apertura

La presente sequenza mostra le qualità della penetrazione della luce di diversa lunghezza di onda. Le quattro foto sono state eseguite sullo stesso soggetto celeste, vale a dire, la Nebulosa del Granchio, con l'uso di vari filtri dinanzi all'obbiettivo della macchina e di varie emulsioni sensibili. La prima delle foto eseguita con negativo particolarmente sensibile all'azzurro, e senza l'impiego di filtri, mostra i dettagli marginali del nucleo della nebulosa. La seconda foto eseguita con filtro giallo chiaro e con emulsione di tipo adatto per spettroscopia, comincia a rivelare la turbolenza presente nei gas incandescenti verso il cuore della nebulosa, come anche all'esterno. La terza foto è stata ottenuta con filtro rosso scuro, e con emulsione pancromatica; mette in evidenza tutti i dettagli della intensa turbolenza, rappresentata essenzialmente da gas idrogeno surriscaldato, ma ha come conseguenza, a perdita della forma del nucleo più denso della nebulosa. Nella quarta foto eseguita con pellicola e filtro per infrarosso, i dettagli sono ripresi con maggiore precisione che nella prima. In effetti, la luce e la radiazione che impressiona la emulsione sensibile, non è quella che proviene dalle profondità della nebulosa, ma invece l'insieme di tutte le radiazioni emesse dalla massa di questa ultima.











Disposizione adottata per applicare una macchina fotografica del tipo con messa a fuoco su vetro smerigliato, ad un telescopio a riflessione, autocostruito; Nella prima soluzione ed in questa ultima, le ottiche della macchina fotografica sono lasciate al loro posto, regolate sull'infinito, mentre l'oculare del telescopio, viene regolato per la messa a fuoco di tutto l'insieme

(f/3,5 o meglio, f/2,8, od addirittura, f/2). Non bisogna infatti dimenticare che assai spesso, si ha a che fare con soggetti e corpi celesti assai poco luminosi, per la loro piccolezza oppure a causa della loro distanza e che per questo perderebbero buona parte della loro definizione, nel passaggio della loro immagine attraverso le lenti dell'obbiettivo, al punto che la quantità di luce arrivata alla pellicola sarebbe talmente esigua, da non essere in grado di impressionarla, tenendo anche conto che in taluni casi, non si possono fare delle lunghe esposizioni, le uniche che potrebbero in qualche modo supplire al difetto della poca luminosità del soggetto da riprendere come anche alla poca luminosità dell'obbiettivo.

E vero che sarebbe anche possibile una soluzione drastica, consistente nell'eliminare del tutto l'obbiettivo della macchina fotografica, usando come obbiettivo per essa, lo stesso telescopio, nelle funzioni di una sorta di teleobbiettivo: con tale soluzione, infatti, si avrebbe una minore dispersione della luminosità disponibile, non essendo la luce della immagine da fotografare, costretta ad attraversare oltre che le ottiche del telescopio, anche quelle proprie della macchina, ma questa soluzione, sebbene adottata da molti fotoamatori interessati al ramo, non è la ideale per tutti in quanto a volte comporta alterazioni più o meno profonde della macchina stessa, per adattarla a questa nuova sua funzione, il sistema inoltre presenterebbe diversi altri problemi, non facili da risolvere, specialmente da coloro che non siano bene attrezzati e che siano in possesso di una sufficiente esperienza in fatto di ottica, per il calcolo degli adattamenti da eseguire, ecc.

Nel corso della presente descrizione, faremo pertanto sempre riferimento al sistema convenzionale, ossia a quello consistente nell'applicare la macchina, completa del suo obbiettivo, a valle dell'ultima lente (ossia di quella esterna) di cui l'oculare del telescopio è munito. Tale sistema risulta anche desiderabile perché permette di usufruire dei diaframmi dell'otturatore di cui l'obbiettivo è munito, in modo da semplificare grandemente le operazioni della ripresa effettiva delle immagini, con la macchina stessa.

Naturalmente, nella maggior parte dei casi, occorre creare nello spazio che intercorre dall'oculare del telescopio, alla prima lente dell'obbiettivo della macchina, una sorta di paraluce, che impedisca a raggi esterni, di penetrare direttamente nell'obbiettivo stesso, consentendo invece la sola entrata dei raggi formanti la immagine ottica del corpo celeste contro il quale il telescopio, è puntato e che si viene a formare appunto a valle della lente esterna dell'oculare dello stesso. Tale paraluce,

Applicazione di una macchina fotografica, del tipo reflex ad un telescopio prismatico, di produzione giapponese che è possibile trovare presso quasi tutti gli ottici







Ecco un esempio delle possibilità della astrofotografia, per l'aumento degli ingrandimenti di un corpo celeste. La foto di sinistra è la prova positiva stampata per contatto di una negativa ripresa con una macchina 6x6, attraverso un cannocchiale a pochissimi ingrandimenti. A destra, un particolare della stampa per ingrandimento della stessa negativa: notare come moltissimi particolari che erano impercettibili vadano in risalto. Il soggetto, come è ovvio, è la Luna; usando pellicola a grana fina è possibile anche un numero maggiore di ingrandimenti

comunque non presenta alcuna difficoltà costruttiva in quanto può essere realizzato con una coppia di spezzoni di tubo di bachelite o bachelizzato o di qualsiasi plastica, purché scura ed opaca. Questi due tubi debbono potere scorrere uno dentro l'altro con sufficiente precisione, di tale giunto un elemento va fissato al tubo terminale dell'oculare del telescopio, mentre l'altro, deve essere unito al bordo frontale dell'obbiettivo della macchina; data la possibilità di scorrimento di uno dei tubi rispetto all'altro, è possibile ritoccare la posizione reciproca della macchina e del telescopio, per quelle variazioni che si rendessero necessarie sia per il centraggio della immagine fotografica e sia per il reparto della distanza più adatta per quello che riguarda la messa a fuoco.

Nelle foto allegate sono illustrati alcuni esempi di applicazione del genere citato e diamo anche una prova delle possibilità dei risultati ottenibili. Come si vede, almeno per un piccolo numero di ingrandimenti è anche possibile usare quei telescopi o quei cannocchiali, normali, in vendita presso tutti gli ottici, per cifre di due o tre mila lire al massimo, oppure quelli prismatici, con grande obbiettivo che pur costando alquanto di più sono notevoli per la assai maggiore luminosità che sono in grado di fornire ed anche per la ampiezza dell'angolo della zona dello spazio che possono comprendere, data la particolare conformazione della loro ottica; questa condizione può risultare desiderabile in alcuni casi, infatti, come quando intende esplorare una zona del cielo, nella quale si presuppone la presenza di un corpo celeste, ma che a prima vista non si riesca ad individuare.

Va da se che la macchina deve essere munita di un treppiede indipendente da quello su cui è installato il telescopio, e questo per creare la possibilità della migliore disposizione dei due apparati. Solamente nel caso che la macchina sia piuttosto leggera, appare possibile l'uso di un solo treppiede, anche in questo caso comunque ad evitare una certa sollecitazione che tenderebbe a spingere verso il basso la macchina ed a comprometterne la stabilità, conviene realizzare una sorta di unione con una basetta di legno duro su cui la macchina sia fissata con delle piccole legature e che sia unita al corpo del telescopio, in un punto di questo, assai prossimo al punto di attacco del treppiede.

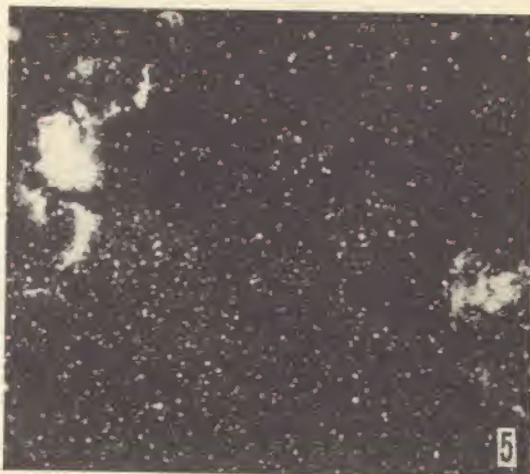
La disponibilità di treppiedi separati, comunque risulta sempre quella desiderabile per il fatto che consente la facile separazione della macchina dal telescopio, in modo da consentire con questo, le osservazioni necessarie, prima della esecuzione delle foto stesse, per stabilire le migliori condizioni della ripresa; fatto questo, la macchina con il suo treppiede (di sufficiente altezza), potrà essere accostata al telescopio e messa a fuoco, per la operazione finale.

Segnaliamo, che oltre che per la fotografia di corpi celesti, l'astrofotografia può anche essere attuata per la registrazione di passaggi di qualcuno dei moltissimi satelliti artificiali già in orbita o di quelli che stanno per essere lanciati; facciamo infatti notare che le foto di questo genere, se risponderanno ai necessari requisiti di chiarezza e se saranno possibilmente fornite delle caratteristiche circa le condizioni in cui le foto stesse siano state eseguite (orario, tempo di passaggio, inclinazione, velocità apparente, ecc), saranno assai gradite non solo dagli osservatori, ma anche dalle redazioni dei quotidiani, e dei settimanali di informazioni, disposti in genere a pagare per tali foto delle buone somme.

L'ASTROFOTOGRAFIA
E TECNICHE DI LAVORO

La esecuzione di astrofotografie, impone la messa in atto di taluni accorgimenti e sopratutto, l'impiego di condizioni di lavoro particolari, ove interessi l'ottenimento di risultati certi; da notare anzi che con l'impiego di queste tecniche e di questi accorgimenti, è possibile effettuare dei rilevamenti che sarebbe impossibile effettuare con la osservazione diretta dei corpi celesti, nel telescopio; non di rado, poi, con l'impiego di tali accorgimenti è possibile addirittura qualche scoperta od il rilevamento di qualche fenomeno che altrimenti sarebbe passato inosservato.

Da notare anche il fatto che in genere quando si faccia uso di materiale sensibile negativo di grana estremamente fine, sarà anche possibile effettuare un ingrandimento notevole della immagine ripresa o di una zona di questa, in modo da mettere in evidenza dei particolari che altrimenti sarebbero stati trascurati. Per intenderci, usando un buon materiale fotografico ed operando con un telescopio, della potenza di 200 ingrandimenti, basta in genere un ingrandimento tale da triplicare il lato della immagine negativa, si potrà ottenere una foto positiva della immagine ripresa o di una sola zona di essa, identica a quella che si sarebbe potuta ottenere con un telescopio di ben seicento ingrandimenti: da quan-



Il rosso dimostra ancora il suo potere di penetrazione, nella foto di questa nebulosa a forma di ventaglio, eseguita con emulsione Kodak tipo E e con filtro Wratten 25-A. Le lastre contrassegnate con la lettera «O», sono quella adatte per ricerche spettroscopiche e sono sensibili al blu, queste ultime, inoltre hanno anche il merito di determinare una resa quasi perfetta di tutti i colori che compongono lo spettro visibile

Tipo di materiale sensibile	Valore di f/ obbiettivo o Specchio	f/12,5	f/16,7	f/25
	Potenza dell'oculare	15 x	20 x	30 x
Panatomic X 16/10° Din	ASA 25 26 Sch	1/10	1/4	1 sec.
Plus - X 21/10° Din	ASA 80 31 Sch	1/50	1/25	1/4
Vericrome Pan 21/10° Din	ASA 80 31 Sch	1/50	1/25	1/4
Tri - X 25/10° Din	ASA 200 35 Sch	1/100	1/50	1/25
Ilford - HPS 28/10° Din	ASA 400 38 Sch	1/250	1/100	1/50
Kodacolor Universale 17/10° Din	ASA 32 27 Sch	1/4	1/2	1 sec.
Kodacrome 17/10° Din	ASA 32 27 Sch	1/4	1/2	1 sec.
EKtacrome, E-2 17/10° Din	ASA 32 27 Sch	1/4	1/2	1 sec.
Anscocrome 17/10° Din	ASA 32 27 Sch	1/4	1/2	1 sec.
Super Anscochrome 22/10° Din	ASA 100 32 Sch	1/25	1/10	1/4

Tipi di corpi celesti	Apparecchio	Montatura	Apertura	Tipo emulsione	Tipo ottica	Esposizione	Soggetti
Aurore	Qualsiasi e specialmente form. 24x36	Treppiede stabile	f/4,5 o meglio	Rapida e Pancromat	Normale	Da 1/25 a 30 min. a seconda della brillantezza - della macchina ed emulsione	Tutti i tipi di aurore
Ammassi e Nebulose	Macchine comuni con obbiettivo e telescopio	Equatoriale con movimento meccanico	f/6,3 o meglio	Rapida e Pancromat	Diam. 25 mm. o maggiore	Un'ora o più con teleobbiettivo da 100 min. in più	Pleaiadi - Orione - Cigno ecc.
Comete	Macchine comuni con obbiettivo e telescopio	Equatoriale con mirino	f/6,3 o meglio	Rapida e Pancromat	Diam. 25 mm. o maggiore	Da 10 min. ad 1 ora e più a seconda del soggetto	
Meteore	Qualsiasi buona macchina	Treppiede stabile	da f/6,3 a f/3,5	Rapida e Pancromat	Lunghezza focale da 100 a 250 mm.	Da 10 a 30 minuti a seconda delle condizioni del cielo	Pioggia di Meteore
Luna	Macchina con telescopio ed obbiettivo	Fisso o con equatoriale con o senza movimento	circa f/12	Lenta Pancromat	Diam. 25 mm. o maggiore	Da 1/100 a 10 secondi - secondo la fase ed il nome = 10 di ingrandim.	Luna in tutte le fasi
Pianeti	Macchina senza obbiettivo con telescopio	Equatoriale preferibilmente con movimento	f/6,3 o meglio	Rapida e Pancromat	Diam. 25 mm. o maggiore - per dettagli, 150 mm. o più	5 secondi o più a seconda dell'apparecchio	Tutti i pianeti
Stelle	Macchina con obbiettivo e telescopio	Equatoriale con mirini	f/6,3 o meglio	Rapida e Pancromat	Diam. 25 mm. o maggiore	Da 10 minuti a 1 ora a seconda del soggetto	Qualsiasi parte della Via Lattea - Sagittario e Viciniori
Tracce di Stelle	Qualsiasi macchina	Treppiede o supporto rigido	la massima	Rapida e Pancromat	Qualsiasi ottica	Sino a 30 min. e più a seconda delle condizioni del cielo	Ogni stella
Sole	Macchina con obbiettivo e telescopio	Fisso od equatoriale con movimenti o senza	Senza eclisse f/64 a f/32 in eclisse f/8 - f/4,5	Lentissima Pancromat	Diam. 25 mm. o maggiore	Da 1/1000 ad 1 secondo - senza eclisse usare il filtro	Prominenze della corona esterna ed interna



La foto della Grande nebulosa di Magellano, è stata eseguita con un telescopio da 25 cm ed usando la emulsione Kodak sensibile al blu, tipo 103a-O, con una esposizione di ben tre ore. Quanto maggiore è stata la durata della esposizione, maggiore è stata la definizione dei dettagli più deboli

to detto, appare evidente l'interesse delle possibilità della astrofotografia anche sotto questo punto di vista.

Dunque, le condizioni di esposizione di una foto astrografica, dipendono prima di tutto, non solo dalla sensibilità in Din od in ASA, del materiale negativo di cui si fa uso e dalla densità del filtro che si usa dinanzi all'obbiettivo della macchina per la ripresa, ma anche, ed in misura massima, dal valore ottico espresso in f/, del sistema astrofotografico, intendendo con questo termine, il complesso delle ottiche dell'obbiettivo del telescopio, quello dell'oculare dello stesso e quello dell'obbiettivo della macchina fotografica che si usa, tenendo naturalmente conto dei diaframmi di cui si fa uso.

Il valore in f/ di un telescopio si determina assai facilmente dividendo la misura della lunghezza focale della ottica primaria del telescopio stesso (lente obbiettivo, oppure specchietto sferico o parabolico, a seconda se il telescopio sia a lente od a riflessione), per il diametro della stessa ottica primaria, entrambe le misure si adottano in mm. od in cm., a seconda della convenienza. Se ad esempio, si ha a disposizione una otttica primaria (obbiettivo o specchio del diametro utile di 8 cm. ed una lunghezza focale effettiva di cm. 120 si ha (120: 8), il valore di f/, di 15).

Da tenere poi presente che le lenti di Barlov negative che si trovano in taluni telescopi destinate ad aumentare la potenza relativa di ingrandimento dei telescopi stessi, influenzano il valore di f/ del complesso, in quanto, essendo divergenti, tendono ad aumentare la lunghezza focale dell'ottica primaria: per esempio un'ottica di Barlow, capace di dare un potere di ingrandimento di 2, raddoppia la focale di 240 cm, tale lunghezza introdotta nel

L'immagine in alto del sole è stata ottenuta con il sistema convenzionale, quella in basso invece è stata ottenuta attraverso un filtro di calcio; è notevolissimo il risultato della messa in evidenza delle macchie solari, quelle cioè che nella foto di destra, appaiono più chiare e che sono appunto la sede di turbamenti attivissimi della reazione termonucleare che fornisce al sole la energia che esso poi distribuisce in tutto il sistema. Effetti analoghi possono essere ottenuti anche con l'uso di un filtro Wratten 2-A e con emulsione sensibile al blu. Per la esecuzione di foto alla luce del sodio, ossia in colore giallo e verde, può essere usata con buon successo della emulsione pancromatica Kodak, quale ad esempio, la Tri-X oppure la Vericrome-Pan, con l'ottenimento del migliore compromesso tra la sensibilità e la velocità del materiale.



calcolo (240:8), da il valore di f/30, per l'ottica alla quale si fa riferimento.

Va da se quindi, che come nel caso della normale fotografia, il valore di f/, influisce sul tempo di esposizione (nella fotografia normale, si definiscono con f/, le aperture dell'iride del diaframma degli apparecchi e quindi la maggiore o minore luminosità degli obbiettivi) in pratica, quando si ha a che fare con un valore risultante di f/ di 30, occorre adottare una esposizione di lunghezza assai maggiore di quella richiesta quando il valore di f/ è 15. Appare pertanto logico che vi sarà sempre da prendere in considerazione dei compromessi, tenendo conto anche della luminosità del corpo celeste che si deve fotografare e del suo movimento relativo (ammesso che non si abbia il telescopio, munito di congegno di orologeria per il movimento automatico dello stesso). Quando ad esempio, si deve operare su di un corpo di piccola luminosità, conviene adottare un numero di ingrandimenti minore e pertanto un minore valore di f/, così da potere effettuare in tempo utile l'impressione del negativo.

Se, come è stato consigliato in precedenza, si lascia alla macchina fotografica, il proprio obbiettivo ed al telescopio alla quale essa viene applicata, il proprio oculare, si tratta di tenere presente anche il valore di f/ dell'obbiettivo della macchina stessa, oltre che quello del telescopio, al momento della esecuzione dei calcoli per la determinazione dei tempi di esposizione e delle sensibilità dei negativi

In pratica per il calcolo del valore f/ dato dell'intero sistema si deve: moltiplicare la lunghezza focale dell'obbiettivo della macchina fotografica (indicato in genere sulla corona frontale della montatura dell'obbiettivo stesso), per il numero di ingrandimenti del telescopio e dividento poi per la misura del diametro della lente primaria del telescopio stesso. Ad esempio, con una macchina fotografica il cui obbiettivo abbia una lunghezza focale risultante di 50 mm. e che sia installato su di un telescopio che abbia una potenza di 60 ingrandimenti, ed un diametro utile di 100 mm., si ha (50x60: 100), 30, e tale è infatti il valore di f/ risultante dall'intero sistema ottico comprendente quello del telescopio e quello della macchina che deve operare in congiunzione con esso.

Come nella esecuzione di fotografie di corpi celesti di piccola luminosità, oppure di grande distanza, sussiste il problema della necessità di uso di materiali di grande rapidità e di impiego di sistemi ottici con un valore di f/ molto piccolo, esiste anche il problema inverso, ossia quello che si riscontra nella fotografia di corpi celesti molto vicini e sopratutto luminosi, il cui caso tipo è quello del sole. Quando infatti capita di eseguire delle foto dell'astro, anche se del tipo a raggi infrarossi, oppure attraverso schermi neutri molto scuri, occorre sempre tenere presente che la concentrazione del raggio luminoso e sopratutto calorifico, sullo otturatore della macchina specie se del tipo a tendina, può giungere a determinare la foratura di questa ultima e quindi la distruzione della sottostante emulsione sensibile, per questo quando capita di dovere fotografare particolari del sole, quali ad esempio, le macchie solari, attraverso i filtri infrarossi, conviene adottare da un lato, dei sistemi di ottica ad elevatissimo valore di f/, magari con l'aiuto di finestrelle e di diaframmi molto piccoli, e dall'altro, di usare emulsioni estremamente lente.

Interesse particolare riveste poi la fotografia di corpi celesti, non a luce visibile ma a luce infrarossa: essa permette infatti a volte, di scoprire addirittura specialmente nelle nebulose, delle stelle (nane), che non sarebbero risultate visibili alla osservazione diretta al telescopio, e che sarebbero anche sfuggite se la foto fosse stata eseguita con materiale sensibile normale. Per la esecuzione delle foto in infrarosso occorre usare dei filtri per infrarosso, speciali, di adatta densità (Kodak, o Ferrania), ed inoltre occorre anche usare sulla macchina, del materiale sensibile adatto a questo tipo di radiazione, a cui, risponde assai poco il materiale sensibile comune, quale quello per luce visibile.

Interessanti lavori si eseguono anche con gli altri filtri, quali il blu, il giallo ed il rosso, delle varie densità, e che permettono addirittura di selezionare i vari tipi di stelle, tra quelle che impressionano la lastra in luce bianca, a seconda della tonalità della luce da esse emessa; una nota particolare poi, la meritano, le stelle cosidette «nove», ossia quelle che si trovano in una condizione di particolare instabilità, sia in fatto di forma che di luminosità e di colore della luce. Una «nova», seguita ad esempio, per una quindicina di giorni o per un mese, a volte manifesta tutto il suo ciclo evolutivo, od involutivo, a seconda dei casi, dando una sensazione netta della potenza di taluni fenomeni astronomici.

Nel caso che si abbia segnalazione di una «nova» pertanto, raccomandiamo di rintracciarla e fotografarla ogni sera, sia con filtro infrarosso, come anche alla luce azzurra, a quella gialla ed a quella rossa.

Diamo nel corso del presente articolo, una serie di foto illustrative dei risultati ottenuti con la descrizione delle ccondizioni in cui ciascuna delle foto è stata ripresa; consigliamo ai lettori di eseguire inizialmente prove dello stesso genere e nelle stesse condizioni, allo scopo di apprendere con la pratica quegli accorgimenti che non potrebbero essere appresi teoricamente. Forniamo anche una tabella prontuario con le condizioni di lavoro consigliate nei casi tipici di foto astronomiche, tale tabella come anche gli esempi fotografici vogliono essere una sorta di guida per i primi passe in questa interessante tecnica fotografica ed il perfezionamento non tarderà a venire in breve tempo.



La soffiatura del vetro

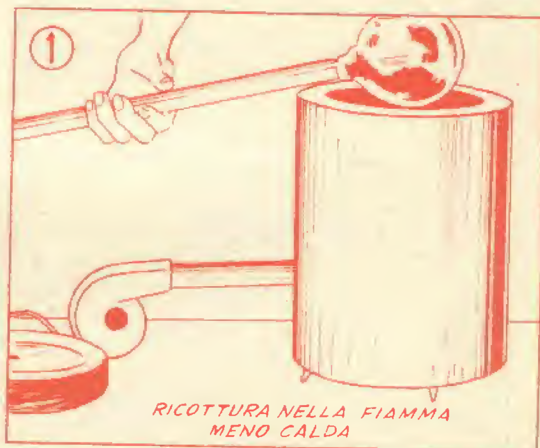
Molte richieste ci sono giunte per un articolo che mettesse a punto alcune delle principali tecniche in uso per la lavorazione del vetro mediante soffiatura; richieste che ci sono pervenute sia da appassionati della modellatura del vetro a scopo decorativo, come anche da coloro che si trovano nella necessità di realizzare ampolle, vasi, ecc, per la preparazione di apparecchiature per esperimenti di chimica, ecc.

Forniamo ben volentieri alcune note su queste lavorazioni che potranno servire certamente agli interessati, come guida, per lo sviluppo di un proprio sistema di lavorazione, adatto alle caratteristiche degli oggetti che si debbano lavorare.

Premettiamo che, fondamentalmente, la soffiatura del vetro, ha qualche cosa in comune con una tecnica che certamente ognuno avrà attuato qualche volta, negli anni della giovinezza, ossia quella della soffiatura delle bolle di sapone. In entrambe le lavorazioni, infatti, viene prelevata per mezzo di un tubo o di una cannuccia, una piccola porzione di una sostanza liquida o semiliquida, e quindi, dell'aria viene insufflata nella estremità opposta del tubo, in modo che il fluido forzi lo strato di sostanza dilatandolo e costringendolo ad assumere la forma voluta.

L'attrezzatura per attuare questo genere di lavorazione, almeno nel suo aspetto basico, è abbastanza semplice e relativamente economica. L'apparecchio principale, è certamente rappresentato dalla fornace, per la liquefazione del vetro, dato che è ovvio che la lavorazione del vetro con queste tecniche non è possibile se non quando il materiale sia stato portato ad una temperatura sufficientemente elevata e sia stato trasformato in una massa uniforme e cedevole. La fornace più semplice può essere messa insieme con un certo numero di mattoni di refrattario, ad elevato contenuto di silicio, in modo che siano appunto in grado di resistere alle temperature elevate e per tempi abbastanza lunghi (mattoni questi che possono essere acquistati presso qualsiasi buon fornitore di materiali per edilizia); per una fornace di questo genere, il sistema più conveniente per il riscaldamento è certamente quello della fiamma di gas comune, carburata con aria a notevole velocità. Come bruciatore a gas, se ne usi uno ricuperato da un grosso fornello per cucinare, o meglio ancora, quello di una comune torcia a gas per ricottura di metalli, che preveda l'alimentazione di aria leggermente compressa. Fonte di aria compressa può essere un comune «fon» per capelli, magari fatto funzionare con la resistenza interna accesa, in modo che l'aria per l'alimentazione della fiamma sia già alquanto riscaldata, oppure coloro che ne sono in possesso, possono utilizzare nelle stesse condizioni, un aspirapolvere prelevandone l'aria leggermente compressa, dall'apposito ugello di cui tutti gli aspiratori moderni, appunto dispongono.

Occorre naturalmente un crogiuolo, di capacità sufficiente a contenere la quantità voluta di sostanza, nel caso nostro, di vetro fuso. Da notare che i crogiuoli dalla imboccatura larga, sono di più facile utilizzazione, in quan-



Al termine della soffiatura l'oggetto lavorato deve essere presentato alla fiamma poco ossigenata per la ricottura che ne elimina le tensioni interne

to permettono un agevole prelevamento delle piccole masse di vetro fuso, ma per contro, hanno l'inconveniente di una alquanto maggiore difficoltà nel mantenimento della temperatura ottima.

Il rapporto tra gas illuminante ed aria leggermente compressa che vanno ad alimentare la torcia per il riscaldamento della fornace, deve essere tale per cui la fiamma del gas continui a mantenersi di un bell'azzurro, ma sia piuttosto rumorosa, condizione questa che non si verifica nei normali fornelli a gas, appunto per il fatto che questi sono alimentati con aria a pressione normale.

Prima di immettere il crogiuolo direttamente nella fornace, si deve provvedere al suo preriscaldamento che si esegue disponendolo sulla fiamma più grande della cucina a gas, aumentandone gradatamente l'intensità; è necessario che questo riscaldamento avvenga gradualmente su tutti i punti della superficie esterna del crogiuolo stesso, per evitare nella massa della sostanza refrattaria tensioni dovute a differenza di riscaldamento e quindi possibili incrinature.

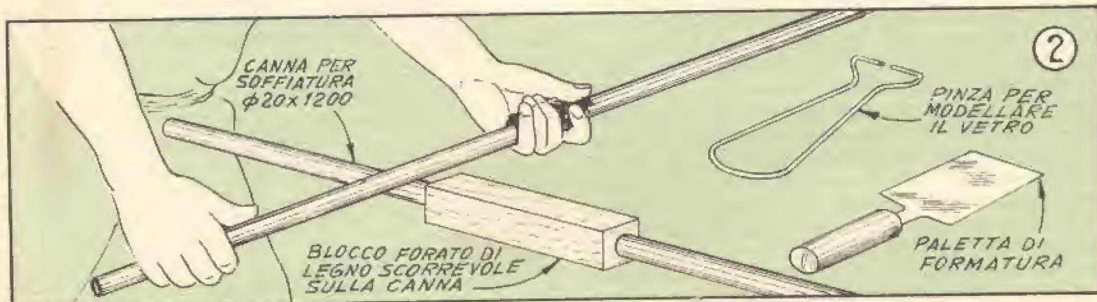
Ed eccoci alla materia prima da usare per la soffiatura del vetro. A parere nostro è senz'altro da consigliare il vetro ricavato da vecchie bottiglie rotte in piccoli pezzi, invece che fare ricorso alla materia originaria, ossia alla sabbia silicea, la quale richiede dei trattamenti assai più difficoltosi, per la fusione ed inoltre impone l'aggiunta di altre sostanze additive, che non sempre si possono avere a portata di mano, nella funzione di fondenti, di sbiancanti, ecc, ed inoltre, la funzione della sabbia da luogo quasi inevitabilmente alla formazione di scorie sulla superfcie della massa fusa, piuttosto difficili da eliminare.

Raccomandiamo, comunque che prima di iniziare la fusione, sia fatta una certa cernita del vetro che si ha a disposizione e che si intende usare. Una prima scelta, deve infatti come è ovvio essere condotta per la separazione dei vetri di vario colore. Una volta raccolto tutto, il vetro di uno stesso colore, poi si tratta di osservarlo pezzo per pezzo, selezionandolo in funzione della maggiore o minore brillantezza delle masse e soprattutto, lungo le linee di recente frattura, questa operazione infatti è assai importante perché è intesa a selezionare vetri di differente fusibilità, i quali per questa loro caratteristica ben difficilmente potrebbero amalgamarsi se non dopo prolungatissime fusioni ed altrettanto lunghe manipolazioni della massa. Il vetro che appare più cristallino e con riflessi più vivi, è quello più facilmente fusibile essendo del tipo al piombo ed è appunto questo che è bene sia lavorato in una colata a parte, anche per non creare striature di differente rifrazione nella massa.

Il vetro da introdurre nel crogiuolo, deve essere pulitissimo, lavato magari con una leggera soluzione di acido cloridrico in acqua, fatta seguire da una lavatura in acqua corrente molto abbondante, inoltre, deve essere rotto in piccoli pezzi, di dimensioni presso a poco uniformi, e va introdotto nel crogiuolo, con una pinza di ferro, a becco molto lungo, pulitissima da tracce di ruggine o di altre sostanze e che comunque, non deve mai giungere in contatto con la massa del vetro fuso. Il vetro deve essere aggiunto poco alla volta, man mano che quello introdotto in precedenza nel crogiuolo, sia giunto a fusione.

Da notare che data la spiccata adesività del vetro allo stato fuso, questa sostanza giunge assai spesso ad aderire a qualsiasi superficie calda o fredda con laq uale giunge in contatto, e per questo, è da avere cura perché esso non giunga in contatto con il fondo e con le pareti della fornace, e che inoltre non tenda a traboccare dall'orlo del crogiuolo, magari nel corso delle manipolazioni, per il prelevamento delle masse di vetro. Almeno nella esecuzione dei primi esperimenti, è utile proteggersi gli occhi con dei grossi occhiali contro il pericolo di schegge di vetro solido che tendano a saltare via dal crogiuolo, quando in esso siano introdotti dei pezzi di vetro troppo grossi; è anche utile disporre nelle vicinanze uno specchio di sufficiente estensione onde potere osservare l'andamento della colata nella immagine, riflessa, invece che dovere puntare sul crogiuolo stesso gli occhi.

Nel corso della fusione, molte bolle di aria e di altro gas si formano nella massa semifluida; esse debbono essere rotte con una punta di acciaio, quale quella di un ago, fissato



Il particolare di sinistra mostra come la canna di soffiatura deve essere impugnata; al centro, un suggerimento per un blocco forato scorrevole da usare in luogo degli stracci; alla estrema destra, due accessori tipici per la lavorazione del vetro mediante soffiatura, facili da costruire

su un manichetto di legno, stanto attenti alle piccole gocce di vetro fuso che possono schizzarne via. La fornace nella quale si trova il crogiuolo della fusione deve essere costantemente coperta con un mattone dello stesso tipo, magari più sottile ma di maggiore estensione, di tanto in tanto, però il coperchio stesso deve essere sollevato, per esaminare l'andamento della fusione stessa.

Quando la massa di vetro ha raggiunto una consistenza uniforme comparabile con quella del miele, si può affermare che essa si trovi nelle condizioni migliori per la lavorazione. Come è ovvio, per la lavorazione del vetro mediante soffiatura l'utensile specifico più importante è rappresentato dalla canna da soffiatore, che in genere è di ferro, a pareti piuttosto resistenti, con diametro interno di una ventina di mm. e della lunghezza di 1.200 o 1.300 mm.

L'impiego della canna è il seguente, per prima cosa si tratta di riscaldarne per un certo tratto l'estremità destinata a sostenere il vetro nella soffiatura. Tale riscaldamento va spinto sino a che la estremità stessa, non presenti un colore rosso ciliegia; poi si introduce per un piccolo tratto, la estremità stessa nel centro della massa fusa di vetro nel crogiuolo mantenendo la canna di ferro in rotazione lenta sul suo asse; con questo trattamento un piccolo globo di vetro semiliquido non tarderà ad aderire alla estremità stessa, specie se si continuerà a mantenere in rotazione la canna di vetro, mentre si solleverà lentamente questa dal crogiuolo, in modo da mantenere l'aderenza del vetro stesso alla estremità della canna.

Una volta che il globo di vetro aderente alla estremità della canna sarà stato tolto del tutto dal contatto con il resto della massa di vetro del crogiuolo, occorrerà fare in modo che la canna stessa sia mantenuta il più possibile verticale, in maniera che la piccola massa di vetro non possa tendere a distorcersi da una parte o dall'altra, e quindi a distaccarsi dal tubo; nel frattempo, però la estremità inferiore della canna deve essere fatta oscillare lentamente in avanti ed indietro, per dare modo alla massa di vetro di distendersi un poco verso il basso.



La materia prima per la soffiatura del vetro può essere ricavata con vantaggio, dalla vetreria comune, quali bottiglie dei colori voluti



Un sistema suggerito per la soffiatura a mano libera, del vetro, si noti lo specchio inclinato, nella posizione migliore per indicare al soffiatore, il buon andamento della lavorazione. Le frecce indicano il movimento da fare compiere all'oggetto in lavorazione

Questo, sarà il momento più importante di tutta la soffiatura in quanto a questo punto, l'operatore dovrà cercare di comprimere aria nei polmoni e quindi accostare le labbra alla estremità superiore della canna e soffiarvi con forza ma gradatamente, in modo da costringere l'aria compressa leggermente dai polmoni, a farsi strada nella piccola massa di vetro alla estremità opposta e crearvi una piccola bolla, che si accerterà sia uniforme e quanto più possibile sferica, od al più, leggermente allungata verso il basso. A queste condizioni, sarà da riportare il tubo di ferro sul crogiuolo e quindi cercare di fare aderire al globo di vetro già sulla canna, un altro piccolo quantitativo di vetro fuso, dato che in genere il primo quantitativo prelevato è troppo piccolo, a meno che non si intenda realizzare mediante la soffiatura qualche oggetto di dimensioni molto ridotte per il quale caso, conviene semmai usare una canna più piccola oppure realizzare la soffia-

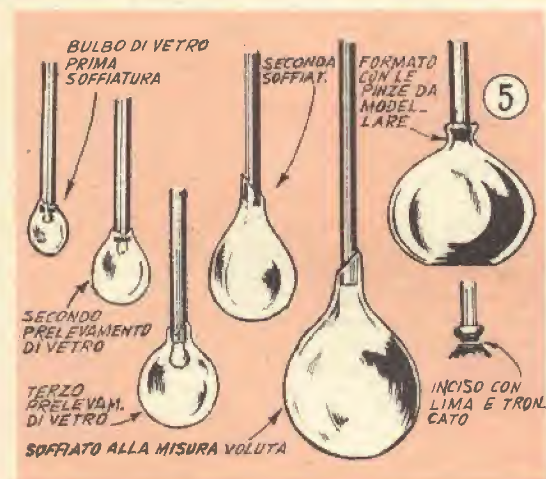
tura di vetro a pareti molto sottili, lavori questi, che sono assai difficili da ottenere perfino da coloro che non siano alle prime armi, e che maggior ragione sono di difficile realizzazione da quanti invece stiano appunto iniziando i loro esperimenti in questa interessantissima ma difficile arte.

Altra doverosa avvertenza è quella relativa al filo di vetro che quasi sempre si forma quando si solleva la canna di ferro cui aderisce una piccola massa del vetro stesso, dalla superficie della massa nell'interno del crogiuolo; tale filo, può tendere ad allungarsi molto, specialmente se la temperatura al di sopra del crogiuolo stesso, sia piuttosto elevata. Dato che il filo stesso, potrebbe risultare incomodo durante la lavorazione e solidificandosi con velocità diversa dal resto della massa, potrebbe perfino disturbare le operazioni della soffiatura, è conveniente, avere a disposizione un amico che sia disposto a dare un poco di aiuto, il quale stia pronto con un paio di grosse forbici, con cui possa tagliare via il filo, poco al disotto della massa di vetro che si trova aderente alla estremità della canna.

Un accessorio che si dimostra eccellente per la esecuzione di molti lavori di soffiatura ossia, il pozzetto illustrato in una delle figure allegate, esso rappresenta una sorta di forma libera per modellare il vetro mentre se ne esegue la soffiatura; la canna, nel corso della soffiatura deve essere mantenuta con la inclinazione adatta a seconda del diametro e della forma dell'oggetto soffiato e quindi l'insieme deve essere fatto ruotare lentamente in avanti ed indietro, senza permettere che il globo soffiato possa giungere in corrispondenza delle due estremità del pozzetto, dove potrebbe rimanerne deformato in qualche punto.

Se le esigenze della forma dell'oggetto da realizzare richiedono che questo abbia un fondo, per ottenerlo, non vi sarà da fare altro che battere leggermente il fondo stesso, su di una superficie relativamente levigata ed alla quale il vetro non tenga ad aderire. In pratica, il trattamento in questione va condotto solamente dopo che il globo sulla canna sia stato introdotto per l'ultima volta nel crogiuolo, per prelevare l'ultimo quantitativo di vetro fuso occorrente, in caso contrario, infatti sarebbe ben difficile mantenere la forma piatta e nel tempo stesso fare in modo che lo spessore delle pareti di vetro, sia uniforme. Quasi sempre, prima che la lavorazione su di un oggetto soffiato sia ultimata, la temperatura del vetro si abbassa gradatamente, e contemporaneamente si verifica un irrigidimento del vetro stesso, al punto in cui la sua lavorabilità diviene assai bassa, infine la sua soffiatura diviene impossibile perché la pressione sviluppata dai polmoni non riesce più a vincere la resistenza e la tenacia della massa. In questi casi, ciò che occorre si riduce al presentare di tanto in tanto, il pezzo da lavorare alla fiamma aperta della fornace, o della semplice torcia, purché sia abbastanza diffusa, in modo da riportare la temperatura della massa di vetro, ad un livello tale per cui questa sia lavorabile. Da fare attenzione al particolare che le parti di vetro che abbiano subito un riscaldamento più intenso, sono quelle che divengono più piacevoli delle altre e quindi mentre a volte la differenza del grado di riscaldamento tra le varie zone, può risultare indesiderabile appunto per le differenze di lavorabilità che si indicono nel vetro, altre volte invece, e specie quando è in lavorazione un non simmetrico, rappresentano una soluzione ideale a diversi problemi della lavorazione. Se tenuto verticalmente e verso il basso, il globo di vetro che si sta soffiando, tende ad allungarsi troppo verso il basso, il rimedio per riportare l'oggetto da soffiare alla condizione più prossima alla sfera, è quello di capovolgere del tutto la posizione della canna per fare in modo di rimetterla verticale, ma con la massa di vetro da soffiare, verso l'alto. Mentre comunque l'oggetto da lavorare viene tenuto in questa condizione è meglio evitare di continuare la soffiatura che si potrà invece riprendere quando lo si sarà riportato alla condizione di partenza ossia con la estremità con il vetro, in basso.

Quando interessa realizzare un recipiente con un collo relativamente lungo che poi magari si debba tagliare via, del tutto, od in parte, si può fare uso di un paio di pinze del tipo illustrato in una delle tavole allegate; pinze come questa non sono facilmente reperibili in commercio, ma possono essere facilmente realizzate con dei pezzi di barra o di striscia di ferro, così da dare al loro becco, il profilo più adatto a seconda delle necessità di lavorazione. In genere l'impiego delle pinze è il seguente, si tratta di abbracciare con il loro becco, la massa di vetro, in prossimità al punto in cui il vetro stesso è unito alla canna della soffiatura e quindi, regolando l'apertura del becco



Le varie fasi tipiche della lavorazione mediante soffiatura di un oggetto tondeggiante; da notare l'alternarsi delle soffiature parziali ed il prelevamento di piccoli quantitativi di vetro fuso. Nei particolari di destra, poi è mostrato l'oggetto appiattito al fondo

delle pinze in modo che questo abbia un diametro analogo a quello che è il diametro esterno del tubo da realizzare (e che può anche essere di 100 e più millimetri) quando ad esempio, interessa per la realizzazione di un oggetto cilindrico o simile; indi le pinze stesse debbono essere tirate lentamente indietro, verso l'estremità libera della massa di vetro mentre nel frattempo il tubo di ferro viene fatto ruotare lentamente rispetto al proprio asse. In queste condizioni si constaterà come sia poco difficoltoso portare la massa di vetro, al diametro ed alla lunghezza voluti. Una volta poi che il vetro sia tornato alla sua consistenza cristallina pur rimanendo ancora sufficientemente caldo, per separare il pezzo lavorato dal piccolo mozzicone da lisciare alla estremità del tubo, non vi sarà che da fare cadere sul tubo stesso nella posizione in cui presso a poco si desidera che possa avvenire la frattura del vetro, una o due gocce di acqua. Il pezzo semilavorato, distaccato dal suo supporto nel modo indicato deve essere fatto cadere su di un materiale abbastanza elastico che possa attutire l'urto della caduta e che può essere rappresentato ottimamente da lana di vetro, in forma di cuscinetto, subito dopo, poi il pezzo si copre con altri batuffoli e falde di lana di vetro e quindi si porta il tutto in un fornetto di cucina od in altro posto relativamente caldo allo scopo di consentire ad esso un raffreddamento lento, condizione questa che risulta indispensabile specialmente per il vetro lavorato mediante soffiatura per evitare che nella massa di esso abbiano a formarsi delle tensioni dovute a raffreddamento non uniforme e che potrebbero determinare la rottura dell'oggetto al primo sforzo.

Una volta che il pezzo lavorato sia completamente raffreddato (il che ci può favorire diminuendo via via di più la potenza della fiamma del fornetto); si può provvedere alla molatura dei bordi vivi, che si sono formati al momento della separazione del pezzo dal resto, con l'applicazione delle gocce di acqua.

Ove interessi fare qualche esperimento sulla ricottura del vetro, ossia di quel trattamento che determina al tempo stesso una sorte di tempera della sostanza ed anche una eccentuazione della brillantezza delle superfici di esso, si tratta di evitare di separare il pezzo stesso dal resto, e lasciarlo ancora unito alla canna di soffiatura mentre su di esso, si proietta, mantenendola in continuo movimento, la fiamma fredda di una torcia a gas, ossia la fiamma che si ottiene dalla torcia quando viene intercettata l'alimentazione della aria compressa. Il trattamento in questione richiede in genere un tempo di una trentina di minuti ed anche più, in dipendenza delle dimensioni dell'oggetto e dello spessore del vetro che lo costituisce. Al termine di questo trattamento si provvede al taglio dell'oggetto dal supporto, non più con la goccia di acqua ma preferibilmente con un colpo netto dato nel punto di separazione dove poco prima sia stata eseguita una incisione per mezzo di una limetta di acciaio cementato.



In alto, è illustrato un sistema molto usato per la separazione dell'oggetto lavorato, dal mozzicone che rimane unito alla canna della soffiatura. In basso un pozzetto che facilita assai la lavorazione di oggetti tondeggianti a quanti non abbiano molto pratica nella lavorazione

Per la realizzazione di un oggetto quale un recipiente di vetro con la imboccatura relativamente larga, la procedura da seguire è alquanto diversa; bisogna infatti tenere presente in questa occasione che l'imboccatura del recipiente dovrà risultare piuttosto distante dal punto, di attacco del pezzo in lavorazione al tubo per la soffiatura e per questo, occorre che il pezzo in lavorazione possa essere meglio sostenuto, a tale scopo, si tratta appunto di applicare alla estremità del recipiente, opposta a quella dalla quale esso si trova uni-



Qui è illustrata la lavorazione tipica di un oggetto non tondeggiante: usando un poco di vetro fuso come adesivo, si unisce al fondo del recipiente una barretta di ferro che facilita la manipolazione dell'oggetto, una volta che questo sia separato dalla canna

to alla canna di soffiatura una bacchetta metallica. Occorre infatti una bacchetta di ferro o di acciaio, della sezione di 4 o 5 mm. che va riscaldata ad una estremità, per mezzo della forte fiamma del gas, al punto di portarla al calore rosso vivo, quindi la estremità stessa, va immersa per un tratto di una ventina di mm. nel crogiuolo che contenga il vetro fuso allo scopo di prelevare appunto un piccolo quantitativo della sostanza, la quale va poi usata come «adesivo», per attaccare la barretta stessa al centro del fondo del recipiente lavorato, dal resto del vetro, che non interessa, e per tale operazione si può benissimo usare una forbice da lattonieri, in quanto il vetro al termine della soffiatura sarà ancora ad una consistenza simile a quella del cuoio, e quindi facilmente attaccabile dalle forbici stesse. Eseguito il taglio, non sarà difficile correggere con una bacchetta di ferro le eventuali deformazioni che nel corso del taglio stesso, l'orlo del recipiente, abbia ricevute. Se necessaria, una rifilatura dell'orlo potrà essere attuata dopo che tale zona sia stata di nuovo riscaldata alla fiamma, ed usando un ferro piatto o tondo, fortemente riscaldato, sebbene ad un grado tale in cui il metallo abbia perso la sua consistenza.

Al termine della lavorazione sul recipiente non vi sarà da fare altro che separare da questo, la bacchetta applicata alla sua parte inferiore, allo scopo di sostenerlo e cioè di dirigere la fiamma piuttosto concentrata della fiaccola alla base della bacchetta stessa, dove cioè si trova la piccola massa di vetro usata come adesivo, in modo di riscaldarla e quindi applicare a metà altezza sulla massa stessa, una goccia di acqua, che determinerà immediatamente la separazione delle due parti. Per la eliminazione della porzione di vetro rimasta unita al fondo del recipiente si tratterà di usare più tardi una mola abrasiva, con la necessaria precauzione dettata dalla eventuale delicatezza del vetro dell'oggetto.

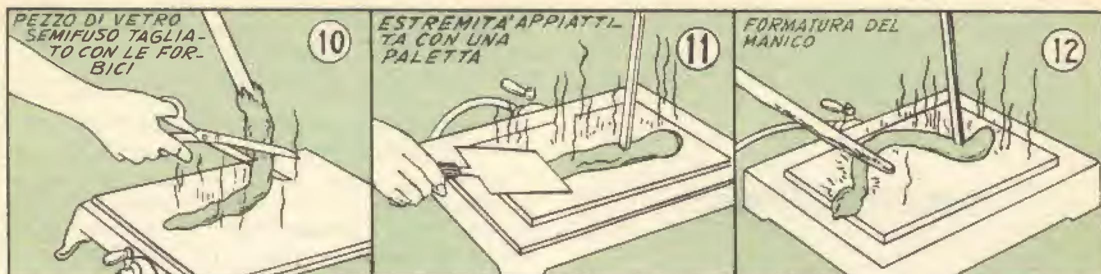


Sistema tipico per la realizzazione, sull'orlo del recipiente, di un beccuccio quale può averlo una caraffa od un recipiente simile

Qualora interessi munire il recipiente un beccuccio, ad esempio, per facilitare lo scarico di liquidi, ecc, si può riscaldare il bordo del recipiente nel punto adatto e quindi premere su tale zona con un ferro esso pure molto caldo od anche con un pezzo di legno duro a sezione tonda, dalla estremità carbonizzata; uno qualsiasi di questi attrezzi deve essere premuto opportunamente contro l'orlo, sino a che questo, cedendo, assuma la forma caratteristica del beccuccio.

L'aggiunta di una maniglia ad un recipiente qualsiasi lavorato mediante soffiatura non rappresenta affatto un problema alla esclusiva portata degli artigiani di Murano ecco, il da farsi; per prima cosa, si immerge una barretta di ferro resa rovente, nel crogiuolo, e con essa si preleva una piccola quantità di vetro fuso; se al momento della estrazione del ferro dal crogiuolo, il vetro tende a «filare», opponendo resistenza alla separazione della porzione che si trova sul ferro stesso da quella che si trova invece nel crogiuolo, può in genere bastare un colpo di forbice al «filo», per ottenere la separazione. Nel frattempo, il vetro raccolto dal ferro tende a scorrere verso il basso, formando una sorta di bacchetta di diametro più o meno costante: si tratta di tagliare via da essa, una porzione di lunghezza tale che sia sufficiente per la esecuzione del manico. Quindi, si appiattiscono nella stessa direzione le due estremità di tale porzione, premendole con delle pinze a becco largo, od anche con una spatola di ferro, resa rovente. Usando le pinze, si impartisce poi al manico la forma voluta, quindi si può provvedere alla unione del manico stesso al recipiente: per tale scopo si deve riscaldare al tempo stesso, una delle estremità del manico ed il punto del recipiente, nel quale essa deve essere fissata sino a portare entrambi le porzioni di vetro alla temperatura del rammollimento, per cui basterà una semplice pressione delle due parti per determinare la loro unione. Si lavora poi sulle due zone riscaldate e mantenute ad elevata temperatura preferibilmente con una fiamma molto piccola od anche con un cannello ferruminatorio in unione con una fiammella di gas, e si muovono opportunamente le piccole quantità di vetro rammollito, con l'aiuto di un bastoncino di carbone forte in modo da fare si che la unione sia completa o quasi su tutta la zona di contatto e che l'aspetto della unione stessa sia passabile. Successivamente si passa ad impartire la stessa lavorazione anche alla altra estremità del manico ed alla corrispondente zona del recipiente per effettuare anche tra queste la unione.

Quando poi vi è l'interesse di realizzare mediante soffiatura un oggetto di vetro, dalla forma ben definita, senza lasciare molta libertà



Le tre fasi della lavorazione di un manico di vetro da applicare in seguito ad un oggetto già lavorato; un fornelletto a gas con sopra una piastra bene levigata, si dimostra di grande ausilio, nel mantenere nelle condizioni di lavorabilità, il vetro che deve essere formato

al vetro stesso, è possibile realizzare una forma cava, in gesso indurito con silicato, oppure in legno duro, apribile possibilmente in due metà simmetriche in modo che l'oggetto soffiato, possa esserne estratto al termine della modellatura, senza che il distacco possa essere impedito da qualche particolare sotto squadra. Le due metà dello stampo, debbono naturalmente essere munite entrambe di un canaletto che permetta il passaggio della canna per la soffiatura; nel corso della operazione delle soffiature, poi le due metà debbono essere tenute insieme mediante una legatura con filo di rame, dato che la pressione interna tendente a separare le due metà potrà essere rilevante. Per migliorare le prestazioni di forme come queste, realizzate in legno duro, è preferibile renderne carbonizzate le superfici interne, il che si può ottenere proiettando su queste la fiamma diffusa della torcia a gas.

Quando l'oggetto da realizzare mediante soffiatura si distacca dalla forma simmetrica più o meno tondeggiante, per avvicinarsi invece ad una forma di coppa, od a qualche cosa di simile, è possibile adottare uno stampo apposito, del tipo illustrato, in cui la conformazione della porzione cava dello stampo, rappresenta la forma che l'oggetto finito dovrà avere. Per una lavorazione del genere lo stampo cavo, che chiameremo femmina, deve essere in legno, fortemente inumidito e meglio ancora, se mantenuto a galleggiare in un recipiente di acqua abbastanza largo. L'oggetto in lavorazione viene poggiato, mentre è ancora allo stato semisolido, sulla cavità dello stampo e quindi la soffiatura viene continuata: in queste condizioni; la umidità presente nel legno, si trasforma immediatamente in vapore, creando una sorta di cuscinetto che impedisce il contatto diretto del vetro con il legno pur permettendo la trasmissione dalla forma dal legno stesso, alla massa semisolida, che la riceve in modo eccellente.

Altro interessante esperimento nella lavorazione del vetro, è quello della modellatura di una coppa o di un globo da usare per un piccolo lume da notte, elettrico.

Per questa lavorazione, si tratta di preparare la fusione di una piccola quantità di vetro, possibilmente ricavato da bottiglie colorate, in colore ambrato, o marrone o verde e quindi nella massa si mescola un piccolo quantitativo di bicarbonato di sodio; poi, la massa in questione si fa colare in uno stampo circolare poco profondo.

La presenza del bicarbonato non tarderà a determinare una sorta di effervescenza nella massa del vetro e la formazione in seno alla massa stessa, di piccole bolle di gas carbonico che impartiranno alla massa, un aspetto lattiginoso e nel tempo stesso faranno rigonfiare il vetro nella zona centrale del disco formandovi una specie di cupoletta. Il disco così realizzato viene poi disposto a mo' di coperchio, su di una scatola di legno di adatta misura nel cui interno sia sistemato il portalampade con la lampada di piccola potenza. La luce uscirà esclusivamente attraverso la cupoletta di vetro lattiginoso, con un effetto ottimo. Da evitare l'impiego di lampade di grande potenza che potrebbero surriscaldare l'aria contenuta nella scatola e determinare la incrinatura del vetro.

Un ultimo cenno va dato alla possibilità generale di colorire gli oggetti soffiati in vetro, non solo nella massa, ma anche per semplici



Applicazione al recipiente, del manico preparato secondo le istruzioni di cui sopra: come per saldare se ne può usare una di una torcia a gas



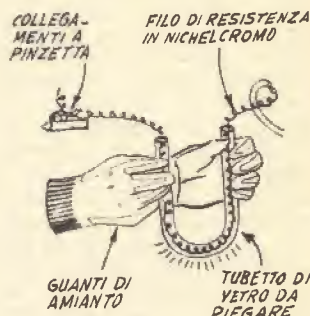
Un sistema che si dimostra molto comodo per la modellatura di oggetti che abbiano solo una parte tondeggiante: è bene che si tratti di vetro poroso, in modo che possa assorbire una sufficiente quantità di acqua la quale formi una sorta di fodera protettiva, sotto il vetro

zone. Per la colorazione in massa l'aggiunta da fare va effettuata direttamente nel crogiuolo, dopo di che la massa stessa deve essere bene mescolata altrimenti la colorazione tende ad attuarsi in striature. Per la colorazione sono da usarsi di preferenza dei sali metallici i quali tendono a dissolversi nella massa del vetro, impartendogli una colorazione quasi sempre abbastanza trasparente; perché la colorazione avvenga nel modo migliore conviene che il vetro sia portato ad una temperatura piuttosto elevata e comunque superiore a quella occorrente per la semplice fusione della massa.

Le sostanze più adatte per la colorazione del vetro sono qui elencate. Per il rosso bruno, ossido ferrico rosso oppure ossido ramoso rosso. Per l'azzurro zaffiro, l'ossido di cobalto. Per il violetto rubino, il biossido di manganese. Per il verde smeraldo, l'ossido di cromo. Per il verde bottiglia l'ossido ferroso. Per il giallo a riflessi fluorescenti, l'ossido giallo di uranio. Per il giallo ed il crema zolfo e carbone (colorazione assai difficile da ottenere). Per il giallo aranciato, il cloruro di mercurio. Per il celeste, perossido di rame.

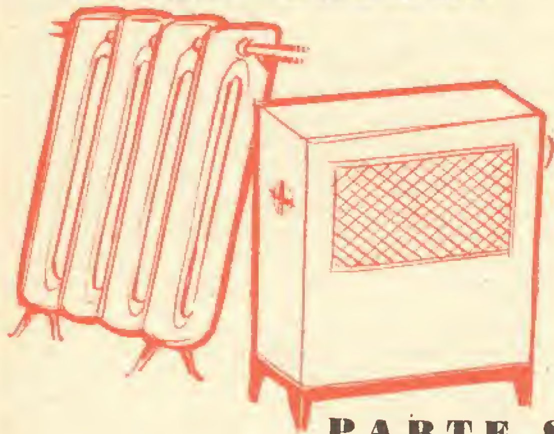
Ed ecco per concludere, un accessorio che certamente risulterà utile a coloro che preferiscono effettuare la soffiatura di oggetti partendo dal tubo di vetro invece dalla massa di vetro fusa. Una tale semplificazione, infatti permette l'ottenimento di buoni risultati anche a coloro che siano appena all'inizio negli esperimenti.

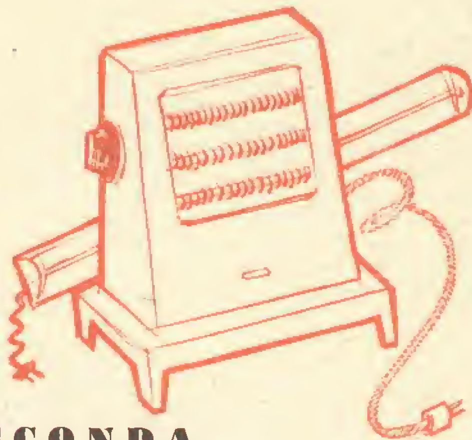
Il tubo di vetro, infatti, può essere facilmente rammollito direttamente alla fiamma e quindi una volta che una delle sue due estremità sia stata chiusa, nell'altra, si può effettuare la soffiatura per impartire all'oggetto, la forma voluta, aiutandosi magari con pinze ed altri utensili, quali bacchette di carbone, ecc. Quando comunque interessa effettuare la semplice piegatura del tubo di vetro, senza che esso sia esposto alla fiamma che potrebbe rammollirne una zona non desiderata, la soluzione può essere quella suggerita nell'ultima figura allegata, ossia quella di effettuare il riscaldamento dall'interno, con una resistenza elettrica da fornello, del tipo a spirale, alimentate alle sue estremità dalla tensione di rete e che sia in grado di erogare una potenza di 300-500 watt, a seconda dello spessore delle pareti del tubo di vetro, che interessa lavorare. Tale trattamento si dimostra preferibile a quello della curvatura del tubo, anche quando più che la vera soffiatura interessi eseguire nella zona che si sta lavorando una semplice piegatura nel senso voluto. Il vantaggio del sistema citato per il riscaldamento, è anche quello della facilità con cui il calore da impartire al vetro, può essere controllato, accendendo e spegnendo la resistenza stessa. Questa ultima, al termine della lavorazione potrà essere estratta dal tubo con la massima facilità, e potrà essere conservata per averla a disposizione per la successiva occasione nella quale si dimostrerà necessaria. In linea di massima precisiamo anche che il diametro della spirale della resistenza deve essere poco diverso dal diametro interno del tubo di vetro che interessa lavorare onde evitare che il riscaldamento del tubo sia troppo localizzato e come tale, tenda a creare nel vetro delle tensioni e quindi delle rotture.



Soluzione ottima per la piegatura di tubetti di vetro secondo forme anche complesse e che non potrebbero essere loro impartite se non si abbia a disposizione una sufficiente esperienza in fatto di lavorazioni. In questo modo, il vetro rammollisce con la massima uniformità

Note sul riscaldamento della casa





PARTE SECONDA

Cominciamo con il precisare che la temperatura più adatta per locali di abitazioni in inverno, è quella compresa tra i 14 ed i 18 gradi centigradi a seconda delle preferenze o delle necessità; solo in taluni casi conviene raggiungere e superare i 20°.

Scopo del riscaldamento è essenzialmente quello di fornire all'ambiente una quantità di calore per cui la temperatura di esso sia portata ad un valore accettabile, e dipendente dalle funzioni dell'ambiente stesso. In genere, si tende a riscaldare l'aria che è contenuta nell'ambiente stesso, in modo che questa sia a sua volta in grado di cedere il calore, parzialmente agli oggetti ed alle pareti della stanza ed in parte, alle persone che debbono beneficiare del riscaldamento. Naturalmente questi calcoli sono da considerare validi solamente per il riscaldamento convezionale mentre per quello a radiazione infrarossa, il sistema di calcolo è diverso e comunque più complesso. Nel calcolo della potenzialità di riscaldamento da adottare per un determinato appartamento, occorre tenere presenti molti fattori, quali quello della efficienza della trasmissione del calore dell'oggetto riscaldante (stufa, radiatore di termosifone, ecc) e l'area da riscaldare; grandissima importanza per la potenza da adottare è poi quella rivestita dalle perdite di calore che si verificano per la cessione del calore stesso, dall'aria alle pareti, al soffitto ed al pavimento dell'appartamento e quindi per il trasferimento del calore in questione verso l'esterno, dove va praticamente perduto. Sono anzi queste perdite di calore che debbono essere calcolate per prime, al momento di decidere del numero di calorie da prevedere per il complesso di riscaldamento.

CALCOLO DELLE PERDITE DI CALORE VERSO L'ESTERNO

Il numero di calorie che normalmente vanno perdute verso l'esterno e che quindi debbono essere costantemente reintrodotte nell'ambiente o nell'appartamento dal sistema di riscaldamento, si calcola con la seguente formula:

$$C = a \,.\, (b.M + F.c) \,.\, T$$

Nella citata formula, C indica appunto il numero di calorie; a, indica un coefficiente moltiplicatrice che può andare da 1,2 a 2 (è di due se la costruzione di cui si sta studiando il sistema di riscaldamento, non è riparato da venti freddi), mentre può scendere sino ad 1,2 quando la costruzione in esame, è invece sufficientemente riparata; il simbolo b, rappresenta invece un coefficiente compreso tra 0,9 ed 1; il simbolo c, infine rappresenta un coefficiente di perdita attraverso gli infissi e che può essere di 5 quando i vetri stessi sono molto sottili e scende a 3 quando i vetri sono di notevole spessore. Detto coefficiente poi scende ad 1,5 od a due al massimo nel caso di infissi muniti di doppio vetro con intercapedine isolante di aria. Nella stessa formula, il simbolo M sta ad indicare la superficie in metri quadrati di tutte le pareti, il soffitto ed il pavimento che separano, il locale od i locali da riscaldare, dall'esterno oppure da altri locali in cui viene effettuato il riscaldamento oppure dove questo viene effettuato, viene mantenuto ad un livello inferiore, in fatto di temperatura a quella che si vuole raggiungere nel locale o nell'appartamento che si ha in esame; T, indica la temperatura che interessa mantenere nell'ambiente; Il simbolo F, della

stessa formula, indica infine la superficie in metri quadrati di infissi che ugualmente separino l'appartamento dall'esterno oppure da altri locali a più basso regime di riscaldamento. Da tenere poi presente che il numero delle calorie C così trovato, deve essere maggiorato di un altro 10 per cento nel caso che i locali da riscaldare siano esposti a nord oppure a venti freddi costanti, od anche per quei locali in cui il riscaldamento sia effettuato solamente di giorno. Il numero di calorie deve invece essere aumentato del 30 per cento, nel caso di locali che abbiano una esposizione particolarmente sfavorevole. Il numero di calorie infine deve essere aumentato sino al cinquanta per cento nel caso invece di ambienti essenzialmente freddi specialmente per il fatto che in essi il riscaldamento viene effettuato solamente ad intervalli e non tutti i giorni, cosicché il calore eventualmente immagazzinato dalle pareti, viene del tutto perduto verso l'esterno.

I valori sopra esposti e quelli che più avanti verranno segnalati si riferiscono a condizioni medie, va quindi da se che debbano essere opportunamente ritoccati in casi estremi, quale ad esempio, una esposizione particolarmente sfavorevole della costruzione, piazzata ad esempio, in montagna, o comunque in zona investita da venti freddi costanti e da precipitazioni meteorologiche a carattere glaciale quale grandine e neve. Il valore delle perdite deve essere ancora maggiore se la costruzione per la sua particolare ubicazione, può trarre pochissimo vantaggio dalla irradiazione solare diurna.

$$K = 0{,}31 \cdot V \cdot T + C$$

In questa formula, K sta ad indicare appunto il numero di calorie da provvedere, 0,31, è un coefficiente fisso che in sostanza non è altro che il calore specifico della aria; V è il volume, totale, in metri, cubi della capacità dell'ambiente che si stabilisce come al solito, per mezzo di una moltiplicazione delle tre dimensioni delle varie stanze; naturalmente nella cubatura V, deve essere compreso anche il volume di corridoi, ingressi, ecc. Nella stessa formula, T, come nella precedente, sta ad indicare la temperatura alla quale interessa mantenere l'ambiente, in gradi centigradi. C indica infine il numero di calorie delle perdite, trovato effettuando il calcolo applicando la formula precedente. Da tenere presente che il valore V, il quale esprime in pratica, il volume di aria da riscaldare, deve essere mantenuto in vista delle inevitabili perdite di calore che si verificano con il trasferimento di aria calda all'esterno e di aria fredda verso l'interno, ogni volta che si apre una porta, od una finestra, oppure attraverso le normali vie attraverso le quali avviene il ricambio dell'aria, quali aereatori, ventole giranti, infiltrazioni attraverso le chiusure degli infissi ecc.

Tanto per dare una idea diremo che ad esempio, per portare a 15 gradi centigradi un ambiente non troppo esposto a venti e che abbia una cubatura di 100 metri cubici (ad esempio, lunghezza metri 6, larghezza, metri 5, altezza metri 3,3 circa), occorrono presso a poco 1300 calorie per ogni ora (una volta che il riscaldamento sia stato avviato). Nel caso dello stesso locale, di dimensioni identiche, ma in condizioni sfavorevoli di esposizione, la quantità di calorie da fornirgli per ottenere la voluta temperatura è di 1800 ogni ora.

Il numero di calorie indicato con il simbolo K e trovato applicando la seconda formula è dunque quello effettivamente richiesto dall'appartamento; è però da tenere presente che il rendimento degli apparecchi di riscaldamento, caldaie stufe, ecc, non è mai del cento per cento; in pratica se una stufa ha una potenzialità dichiarata di 16.000 calorie/ora in quanto normalmente consuma nel suo interno due chilogrammi di carbone fossile ogni ora (e si ricorda che il potere calorifico di un carbon fossile è appunto di 8.000 calorie per chilogrammo), ciò non significa che la stufa stessa sia ingrado di cedere all'ambiente da riscaldare, tutte e 16.000 le calorie che si producono nel suo interno. Solo una parte di queste calorie possono essere utilizzate; in quanto le altre vanno perdute per vie diverse, che sarebbe troppo lungo elencare in questa sede. Ci limiteremo solamente a dire che al momento della scelta di una stufa o di un calorifico oppure ancora di una caldaia occorre tenere presente della porzione delle calorie prodotte che può essere effettivamente portato alla utilizzazione. Tale porzione viene comunemente espressa con una percentuale o con un numero decimale, che si definisce coefficiente di rendimento od effetto utile dell'apparecchio di riscaldamento a cui ci si riferisce. Tale coefficiente è estremamente basso nel caso di caminetti, per cui giunge al massimo al 10 per cento se espresse in percentuale od allo 0,1 se espresso in numero decimale. Per intenderci, nel caso di un caminetto, delle 5300 calorie che si producono dalla combustione di due chilogrammi di legna secca di abete, solo 530 circa, giungono a diffondersi nell'ambiente in cui il caminetto si trova sotto forma di riscaldamento utile.

Nel caso di un calorifero ad aria calda, ad esempio, quale una stufa del tipo moderno a termoconvenzione o ad intercapedine, il rendimento può essere assai più favorevole a giungere al 60 per cento, ossia allo 0,6. In ogni caso è da tenere presente questo coeffícente per preventivare in partenza il maggior numero di calorie che occorre produrre nell'apparecchio di riscaldamento per fare si che questo metta a disposizione dell'ambiente per il riscaldamento il numero di calorie richieste e ricavate dai calcoli sopra illustrati: ad esempio, se per il riscaldamento sono richieste diciamo, 2000 calorie, ed il complesso di riscaldamento è rappresentato da una stufa a termoconvenzione, per il rendimento di essa che è dello 0,6, occorrerà che l'apparecchio per il riscaldamento stesso produca nel suo interno 3300 calorie circa.

RISCALDAMENTO (diretto o indiretto) a CARBONE

Altezza camino in metri dal focolare	Sezione netta camino, in dmq. per produzione calorie/ora												
	5.000	7.000	10.000	12.000	15.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	100.000
5	2,50	3,20	4,95	5,35	5,90	6,60	7,30	8,45	9,60	10,70	11,75	12,90	14,80
6	1,90	3,00	4,20	4,55	5,10	5,75	6,40	7,50	8,60	9,80	10,70	11,80	13,70
7	1,40	2,40	3,45	3,75	4,30	4,90	5,50	6,55	7,60	8,75	9,65	10,70	12,60
8	1,00	1,90	2,70	2,95	3,50	4,05	4,60	5,60	6,60	7,70	8,60	9,60	11,50
9	0,80	1,30	1,95	2,15	2,25	3,20	3,70	4,65	5,60	6,65	7,55	8,50	10,40
12	0,65	0,90	1,20	1,35	1,45	2,35	2,80	3,70	4,60	5,60	6,50	7,40	9,30
15	0,47	0,70	0,90	1,20	1,35	1,70	2,60	3,30	4,10	5,00	5,80	6,60	8,30
17	0,45	0,65	0,85	1,10	1,25	1,60	2,40	3,15	3,90	4,70	5,45	6,20	7,80
20	0,42	0,60	0,80	1,00	1,20	1,50	2,20	2,90	3,60	4,30	5,00	5,70	7,20
25	0,40	0,55	0,70	0,85	1,00	1,40	1,95	2,60	3,20	3,80	4,50	5,10	6,40

Quando il riscaldamento viene realizzato per mezzo di acqua calda sia con radiatori normali che con pannelli radianti ad alto rendimento od ancora, con tubature o serpentine alettate, oltre che il coefficiente di rendimento del generatore di acqua calda, è anche tenere presente il coefficiente con cui avviene la trasmissione del calore dalla acqua calda e l'aria dell'ambiente da riscaldare, attraverso il metallo di cui è costruito, il pannello, od il radiatore od il serpentino. Per evitare il massimo trasferimento di calore si ha con i serpentini o con i radiatori fatti di rame; un trasferimento alquanto più basso si ha con radiatori, tubazioni, serpentini ecc, fatti di ferro, ed infine, un trasferimento ancora minore si ha con radiatori, pannelli o serpentini fatti di ghisa.

Altro elemento da tenere presente specie nel caso di riscaldamento ad acqua calda con radiatori ecc, è quello rappresentato dalle condutture che apportano ai radiatori stessi, l'acqua calda. Dato che queste condutture sono disposte quasi sempre sotto lo intonaco della parete e il calore che tiene erogato da queste e diffuso intorno va praticamente perduto, per questo, è utile provvedere a che questa irradiazione di calore sia la minima possibile: è utile quindi esigere che dette condutture siano murate solamente dopo che tutte siano state coperte da uno strato termoisolante di amianto od anche con una fasciatura del moderno prodotto isolante detto «lana di lava o lana di roccia», in quanto viene appunto prodotto con una sorta di filatura di materiale roccioso portato allo stato di fusione: questo prodotto presenta tra l'altro il vantaggio di costare assai poco così che la sua utilizzazione comporta una spesa bassa e tale da essere ammortizzata dopo poco tempo dal maggior rendimento ottenuto dal sistema. Sempre parlando del riscaldamento ad acqua calda è doveroso sottolineare che la efficienza dello scambio del calore tra l'acqua calda circolante nell'interno del radiatore, e l'aria che avvolge il radiatore stesso dipende, almeno in parte anche dalla verniciatura che è stata impartita alle superfici del radiatore, o comunque dall'elemento riscaldante. La verniciatura stessa, infatti può comportarsi come un efficiente coibente, isolando il calore dell'acqua circolante dall'aria che invece dovrebbe esserne raggiunta e riscaldata e producendo in effetti una diminuzione anche notevolissima, della efficienza del mezzo di riscaldamento. In pratica, il trasferimento del calore dalla acqua calda nell'interno e l'aria fredda all'esterno viene impedito proprio per lo stesso motivo che per necessità è stato creato in taluni punti della tubazione, ossia per la presenza di uno strato termoisolante che impedisce lo scambio.

L'efficienza di un elemento riscaldante, poi diminuisce ulteriormente ogni volta che su di esso, viene applicata una nuova verniciatura, come accade praticamente ad ogni nuova stagione, quando non sempre si intuisce la necessità di eliminare la vernice vecchia prima di applicare quella nuova. L'ideale, sarebbe, sia in un radiatore nuovo che in uno di non recente installazione che la sua superficie metallica fosse mantenuta perfettamente scoperta, esente cioé da qualsiasi verniciatura (qualunque materiale sia usato per la imbiancatura o la verniciatura infatti si comporta come un isolante assai attivo anche se in sottilissimi strati): solo in questa maniera, infatti, si raggiunge il coefficiente di trasferimento in misura piena, mentre in tutti gli altri casi, il coefficiente cala notevolmente. Dato comunque che la superficie metallica lasciata allo scoperto può subire qualche processo di ossidazione che a lungo andare può compromettere la solidità del metallo stesso. In questo caso, la soluzione consiste nell'applicare su tutte le superfici metalliche dell'apparecchio di riscaldamento messe allo scoperto uno strato sottilissimo di una vernice trasparente ma protettiva, quale ad esempio, una soluzione di gomma lacca in alcool, applicata a spruzzo. Un altro sistema consiste anche nel fare impartire a tutte le superfici metal-

liche una ramatura piuttosto pesante che al tempo stesso provveda alla protezione del ferro o della ghisa e che rappresenti anche un mezzo assai efficiente per il trasferimento del calore (come si ricorderà, infatti, il rame è migliore del ferro ed ancor più, della ghisa in fatto di trasmissione del calore). Non occorre naturalmente che il radiatore per questa applicazione sia smontato dalla sua installazione e sia immerso in un bagno galvanico, può bastare effettuare su di esso, una buona ramatura galvanica a pennello. Questo sistema di ramatura è anzi desiderabile in tutti i casi, perché permette appunto di creare sulla superficie del ferro o della ghisa uno strato assai più attivo, e questo è utile, è che il radiatore debba essere lasciato allo scoperto e sia che invece su di esso, si intenda applicare una sottile verniciatura, avente la funzione di impartire all'elemento riscaldante, un aspetto od anche solo una colorazione più adatta all'ambiente in cui l'elemento stesso è installato.

Ogni volta che si deve riverniciare un radiatore od un qualsiasi elemento riscaldante occorre avere l'avvertenza di asportare dalle superfici di esso, tutte le tracce della verniciatura precedente che possano esservi rimaste; per fare questo, si può, prima, passare lentamente e con uniformità su tutte le superfici verniciate, la fiamma emessa da una fiaccola a benzina od a gas, allo scopo di ammorbidire la vernice e promuovere il distacco; subito dopo la fiaccola, si deve passare sulle superfici, un raschietto, od anche una semplice lama di coltello, che cominci appunto a distaccare ed asportare la vernice. Dopo tale trattamento che qualora la vernice sia particolarmente spessa e dura, può richiedere di essere ripetuto, si può passare a pennello, sulle superfici ed in maggior misura dove la vernice rimasta risulta in quantità maggiore, una soluzione molto calda e concentrata di soda caustica in acqua. Tale miscela, specie se addizionata con un poco di glicerina, rimarrà aderente ed attiva per diversi minuti sulle superfici spesse, dove aggredirà la vernice rimasta, permettendone la successiva asportazione con ua spazzola dura, di saggina o meglio ancora di fili di ferro; dopo questo trattamento le superfici metalliche sulle quali è stato eseguito, debbono essere lavate a fondo ed asciugate allo scopo di eliminare le tracce di soluzione caustica che potrebbe compromettere la vernice che successivamente fosse applicata sui radiatori.

Per la nuova verniciatura, raccomandiamo di evitare smalti e di usare invece al massimo della tempera, resa semmai lavabile con l'aggiunta di un poco di Vinavil. In ogni caso, lo strato deve essere estremamente sottile; il colore poi sarebbe bene non fosse troppo chiaro, dato che più tale colore tende al bianco, più esso si comporta come riflettore respingendo verso l'interno il calore del radiatore invece di favorirne la diffusione nell'aria dell'ambiente.

AEROTERMI

Si intende con questo nome un apparecchio termico di dimensioni assai ridotte e di resa elevata, per il riscaldamento, rapidissimo, di locali di medie o grandi dimensioni. Trattasi nella sua forma fondamentale di un sistema di tubazioni, dentro le quali viene fatto scorrere l'acqua calda proveniente dalla caldaia del sistema centrale oppure contenenti delle resistenze immerse in un particolare supporto ed attraversate da corrente elettrica che ne determina il riscaldamento. All'esterno, tali tubazioni sono muniti di alette che ne aumentano la superficie effettiva ossia quella lungo la quale avviene lo scambio del calore tra l'acqua calda circolante nell'interno e l'aria fredda dell'esterno; tale scambio di calore viene poi reso ancora più attivo con il forzare la circolazione dell'aria che investe l'esterno del complesso, per mezzo di una ventola azionata da motore elettrico.

In pratica accade che quando nelle tubazioni viene fatta circolare la corrente oppure sono accese le resistenze elettriche che vi sono contenute, e viene avviato il motore che aziona la ventola, l'aria che si trova nell'ambiente, e che si trova inizialmente a bassa temperatura viene lanciata in mezzo alle alette e da esse riceve una certa quantità di calore che ne aumenta la temperatura; l'aria stessa quindi esce dal sistema ancora a considerevole velocità e notevolmente più calda di quando vi era entrata. Per la sua velocità, poi, l'aria non rimane in prossimità dell'apparecchio termico, ma va a diffondersi nell'ambiente mescolandosi a quella ancora fredda e che man mano viene assorbita dalle pale della ventola e viene a sua volta riscaldata. Ne deriva che in tempo assai breve, tutta l'aria dell'ambiente viene portata ad una temperatura assai confortevole è può esservi mantenuta per la compensazione delle perdite, per tutto il tempo in cui il complesso viene lasciato in funzione. Naturalmente oltre a mettere in circolazione l'aria contenuta nell'ambiente, altra aria prelevata direttamente dall'esterno può essere immessa nell'ambiente stesso, dalla ventola stessa, per la attuazione di un utilissimo ricambio, desiderabile specialmente per la purificazione dell'aria stessa in ambienti in cui debbano sostare più persone; quali stanze di soggiorno, da pranzo e camere da letto.

L'unico inconveniente che gli aerotaemi comportano è semmai dato dal movimento contonio, ed abbastanza veloce della massa di aria creato dalla ventola del complesso, nulla comunque impedisce che le correnti di aria siano proiettate verso un angolo dello ambiente in modo che non abbiano modo di nuocere; altro sistema per il raggiungimento dello stesso obbiettivo è quello di proiettare verso il soffitto della stanza, dal quale poi potranno scendere in varie direzioni, notevolmente rallentate. Ne deriva che l'aerotermo è un apparecchio assai conveniente per il ri-

RISCALDAMENTO (diretto o indiretto) a NAFTA

Altezza camino in metri dal focolare	Sezione netta camino, in dmq. per produzione calorie/ora												
	5.000	7.000	10.000	12.000	15.000	20.000	30.000	40.000	50.000	60.000	70.000	80.000	100.000
5	1,00	1,10	1,30	1,40	1,90	2,60	3,30	3,70	4,00	5,00	6,00	6,70	8,00
6	0,80	1,00	1,10	1,30	1,50	2,00	2,60	3,20	3,90	4,60	5,30	5,90	7,20
7	0,60	0,65	0,80	0,95	1,10	1,30	1,90	2,60	3,30	4,00	4,60	5,20	6,40
8	0,55	0,60	0,70	0,85	0,95	1,20	1,70	2,20	2,80	3,45	3,95	4,50	5,60
9	0,50	0,58	0,68	0,83	0,93	1,15	1,65	2,10	2,70	3,25	3,80	4,30	5,30
12	0,45	0,55	0,65	0,80	0,90	1,10	1,60	2,00	2,50	3,00	3,50	4,00	5,00
15	0,42	0,52	0,63	0,78	0,93	1,05	1,50	1,90	2,35	2,80	3,20	3,70	4,60
17	0,40	0,50	0,60	0,75	0,80	1,00	1,40	1,80	2,30	2,70	3,10	3,60	4,40
20	0,35	0,45	0,50	0,60	0,70	0,90	1,25	1,65	1,95	2,30	2,70	3,20	3,90
25	0,30	0,40	0,45	0,50	0,60	0,80	1,10	1,45	1,80	2,10	2,50	2,90	3,60

scaldamento, in genere (facciamo notare che è stata messa recentemente in circolazione da una casa italiana una stufa aerotermo, alimentata a gas, senza intermediario di acqua calda e che può essere installata in qualsiasi ambiente, essendo di ottimo aspetto, essa come al solito presenta il vantaggio di un riscaldamento degli ambienti, per mezzo di masse di aria in movimento assai attivo, e quindi assai rapido, anche in ambiente che si trovino distanti da quello in cui il complesso si trova, a patto che le varie porte di comunicazione siano lasciate aperte, tale apparecchio si presta specialmente nel caso di appartamenti privi di un vero e proprio sistema di riscaldamento e per i quali non valga la pena attuare il riscaldamento a mezzo di termosifone o di aria calda, installando i relativi impianti; la stufa in questione può essere alimentata anche da gas liquefatto, in bombole).

In quegli appartamenti in cui vi sia invece già un riscaldamento a mezzo di radiatori o di pannelli radianti alimentati da acqua calda e si intenda attuare, almeno in un ambiente di notevoli dimensioni, un sistema di riscaldamento ad aerotermo, non vi sarà che da procurare un apparecchio del genere, acquistabile presso le principali ditte di forniture per termoidraulica, precisando la potenzialità da ottenere, e col legare il complesso stesso, con le sue condutture di apporto e di scarico dell'acqua, alle condutture di andata e ritorno dell'acqua del presistente impianto a termosifone; possibilmente si tratterà di scegliere nell'impianto di riscaldamento già installato un punto in cui le condutture in cui sarà da fare il collegamento siano di sezione sufficiente per la circolazione della necessaria quantità di aria per il trasferimento del numero opportuno di calorie. Lo attacco dello aerotermo all'impianto esistente deve essere inoltre effettuato in un punto in cui nel la conduttura di arrivo sia presente l'acqua a temperatura sufficientemente elevata, in modo da rendere conveniente la installazione.

Va da se che questi problemi non esistono affatto nel caso che si intenda adottare un aerotermo del tipo alimentato ad energia elettrica, dato che in questo caso, basterà collegare i morsetti dei terminali delle sue resistenze (scelte in funzione della tensione presente sulla rete di energia industriale), mediante un filo di adatta sezione, alla più vicina presa di corrente, appunto dell'impianto industriale casalingo.

UN CONSIGLIO A QUANTI RISIEDONO IN ABITAZIONI CON RISCALDAMENTO CENTRALE

Specialmente nelle grandi costruzioni recenti, anche se di tipo semieconomico, in cui abitano molte famiglie, quasi da per tutto si è adottata la soluzione del riscaldamento centralizzato, attuato con una grande caldaia unica, di potenzialità pari a quelle che sono le esigenze calorifiche dell'insieme degli appartamenti; da tale caldaia, si dipartono le varie condutture di sezione via via minore che si distribuiscono capilarmente nei vari appartamenti ai vari piani. In pratica a ciascuno appartamento se i calcoli relativi alla progettazione del riscaldamento sono stati corretti, giunge una quantità di acqua ad una temperatura ben determinata e che circola con una determinata velocità.

Tale acqua calda si distribuisce nei vari ambienti dell'abitazione per mezzo di ulteriori tubazioni e giunge quasi sempre ai soliti radiatori per termosifone o semmai ai più moderni pannelli radianti, che servono a trasferire il calore all'aria dell'ambiente. Ebbene desideriamo segnalare a coloro che abitino in appartamenti riscaldati con questo sistema, come possano ottenere dal loro sistema di riscaldamento un rendimento assai migliore, ossia con una assai migliore utilizzazione della potenzialità calorica somministrata al loro appartamento. Occorrerà che essi attuino nei vari locali in cui sono piazzati i radiatori, e semmai, in quello in cui interessa avere una

temperatura maggiore, una specie di impianto di aerotermo «sui generis».

In pratica, basterà che dinanzi al radiatore dal quale si vuole ottenere il maggiore rendimento e che in precedenza sia stato preparato (con la riverniciatura delle superfici con uno strato assai sottile e con la eliminazione di tutti gli strati precedenti di vernice e smalto), un ventilatore elettrico, bene centrato, in modo che il fascio di aria messa in movimento dallo stesso investa appunto il radiatore, e ne venga riscaldata prima di diffondersi, in virtù appunto del suo movimento residuo, nell'ambiente portandovi il calore. Una prova della migliore utilizzazione del calore circolante del radiatore si avrà misurando con un termometro da bagno, poggiato sulla conduttura di scarico della acqua, la temperatura della acqua stessa. Tale temperatura quando il radiatore viene investito dalla corrente di aria del ventilatorino risulterà assai più bassa della temperatura presentata nello stesso punto dalla acqua di scarico quando il ventilatorino elettrico viene lasciato fermo: tale rilevamento empirico dimostrerà che l'acqua nel circolare nel radiatore invertito dalla aria in movimento forzato dal ventilatore, avrà ceduto alla aria stessa una maggiore quantità del calore in essa contenuto; ne risulterà che il riscaldamento dell'ambiente sarà appunto più efficace. Quando alla postazione del ventilatorino è necessaria dire che la migliore è quella di fronte, in modo che il centro delle pale dello stesso si trovino sulla verticale del centro del piano frontale verticale del radiatore stesso, evitando di fare si che il fascio di aria investa successivamente i vari elementi verticali del radiatore come accade ad esempio, quando il ventilatore è piazzato ad un lato del radiatore stesso, in questo modo infatti l'aria che ha investito, il primo elemento rimanendone alquanto riscaldata si presenta al secondo elemento una temperatura più elevata di quella che aveva prima di presentarsi al primo elemento, ora, dato che lo scambio del calore tra l'acqua calda e l'aria dell'ambiente attraverso le pareti di un radiatore, è maggiore quanto maggiore è la differenza di temperatura tra l'aria e l'acqua in questo caso, il rendimento dello scambio di calore sul secondo elemento ed ancora più sugli elementi successivi, risulterà impoverito. Per convenienza, qualche volta può essere utile piazzare il ventilatore al disotto del radiatore, in modo che le sue pale siano puntate verso l'alto e che possano proiettare appunto verso l'alto, l'aria fredda che sarà così costretta a sfiorare in tutta la loro lunghezza le superfici degli elementi del radiatore. In questo modo l'aria stessa affiorerà dal bordo superiore del radiatore stesso, dotata di una certa velocità per cui tenderà a portarsi ulteriormente verso l'alto, a meno che sulla parete, al disopra del radiatore alla distanza di una ventina di cm. dalla sommità dello stesso, non siano disposte delle superfici liscie curve di lamierino metallico, che si comportino da deflettori, costringendo la corrente di aria ad interrompere il suo percorso verticale verso l'alto, e ad assumerne uno essenzialmente orizzontale, andando così a diffondersi a metà altezza circa, nella stanza, esplicando in questo modo il suo compito in misura assai favorevole. Un altra soluzione potrebbe essere quella della installazione del ventilatore al di sopra, invece che al disotto del radiatore, in questo caso l'aria calda affiorerà dal bordo inferiore del radiatore stesso, e potrà essere deviata verso l'ambiente, con un piccolo deflettore dello stesso tipo di quello precedentemente descritto, piazzato lungo la linea di contatto tra le pareti in cui si trova piazzato il radiatore ed il pavimento. In ogni caso, è utile che l'aria spinta dal ventilatore sia spinta effettivamente attraverso il radiatore perché lo possa lambire ricevendone il calore; per questo scopo si può applicare di fronte al radiatore a pochissimi centimetri di distanza da questo un pannello di faesite o di compensato, in posizione verticale, che copra anche il ventilatore, in questo modo si creerà una specie di camino che costringerà appunto l'aria a compiere il percorso voluto ed a uscire prima di avere ricevuto il necessario riscaldamento.

I CAMINI DEGLI IMPIANTI DI RISCALDAMENTO

Nel calcolo di un impianto di riscaldamento è anche da tenere presente, la sezione che si dovrà dare alla conduttura per i gas di scarico prodottisi dalla combustione del materiale scelto per il riscaldamento e che esigono di essere scaricati all'esterno sia per evitare gli inconvenienti che essi possono produrre se avessero modo di diffondersi nell'ambiente e sia anche per creare un movimento ascensionale di una colonna di aria che ne richiami altra dal basso, stabilendo quindi quello che si chiama tiraggio, necessario per l'afflusso alla base del focolare, della quantità di aria necessaria per alimentare la combustione del combustibile; per stabilire la sezione della conduttura di scarico occorre tenere presente da un lato, il volume di gas che si producono nella combustione del materiale, e dall'altro, la velocità con cui procedono in salita, i gas di scarico, lungo la conduttura stessa.

Diremo empiricamente che questa velocità si calcola applicando la formula abbastanza approssimata, seguente:

$$V = 0{,}57 . \sqrt{H}$$

in cui per V si intende la velocità dei gas stessi, in metri al secondo, e per H si intende invece l'altezza del camino in metri, nella sua porzione efficiente ossia verticale, compresa tra la boccheta di collegamento della conduttura stessa al focolare od al colorifero, alla sommità del camino stesso, ossia al suo cappello esterno.

Stabilita che sia la velocità probabile dei

gas ed una volta che dalla tabella n. 1 sia stata rilevata la quantità dei gas prodottosi nella combustione, si stabilirà la sezione in decimetri quadrati della conduttura del camino, sia di forma circolare che quadrata o rettangolare non troppo lunga, necessaria per lo smistamentodei gas.

In pratica la sezione in questione si calcola con la formula seguente nel caso che come combustibile si usi il carbone

$$S = P : (64 . \sqrt{H})$$

Per il colcolo della sezione del camino necessario invece per un sistema in cui venga bruciata della nafta, si adotta la formula seguente:

$$S = P : (69 . \sqrt{H})$$

In entrambe queste formule, S è la sezione della conduttura espressa in decimetri quadrati, P invece il peso di combustibileche si intende bruciare nella unità di tempo, ossia ogni ora a regime massimo dell'impianto di riscaldamento.

Per facilitare il calcolo dei vari elementi di un impianto di riscaldamento comunque forniamo anche una tabella in cui sono indicate le sezioni adatte per le varie potenzialità in calorie ora, che si dovranno produrre nei nei focolari, sia per l'uso di carbone che per l'uso di nafta.

Ricordiamo poi che dato il tiraggio di un camino ha una notevole importanza per la regolarità del funzionamento del focolare qualunque sia il combustibile che si debba bruciare su di esso, una notevole attenzione al momento della progettazione dell'impianto stesso ed ancora più nell'attuazione di esso va dedicata alla sommità del camino, ossia al punto in cui i gas combusti si diffondono nell'atmostfera. Quasi sempre, è preferibile il cappello con bocchetta di uscita girevole, azionata da una banderuola fissata alla struttura; tale cappello infatti permette di orientare sempre automaticamente la bocchetta di scarico nella direzione più favorevole in funzione dei venti che ad ogni momento investono la sommità del camino. Qualora invece si tratti di un cappello di tipo fisso, la scelta di esso, va fatta in funzione delle particolari necessità locali, ossia, in funzione di eventuali correnti di aria discendenti che capiti di riscontrare in prossimità del punto in cui il cappello dovrà essere risposto e che se non prevenute con gli speciali cappelli potrebbero ostacolare grandemente il tiraggio. A proposito di camini, richiamiamo la attenzione degli interessati sull'articolo relativo alla scelta di questi ultimi, che è stato pubblicato nel n. 18 di Fare. Per concludere dobbiamo anche precisare che qualora, accada che i vari ambienti dell'appartamento si trovino in condizioni diversi di esposizione essendo alcuni di essi esposti a nord ed altri, invece a mezzogiorno, il calcolo delle calorie disperse, dovrà essere fatto separatamente, almeno per il gruppo di ambienti a forte perdita e per il gruppo, invece in cui la perdita è minore; trovati così i due numeri di calorie della dispersione, si sommeranno e si inseriranno, nella formula del calcolo delle calorie necessarie, con una unica cifra, effettuando il calcolo normale.





Il Thunderbolt P-47 N

Una bellissima riproduzione in volo vincolato circolare

Il modello che vi presentiamo questa volta è la fedelissima riproduzione di uno dei più famosi caccia americani della seconda guerra mondiale: il Thunderbolt P-47, che fu uno dei migliori fra quei caccia rapidamente progettati e costruiti negli Stati Uniti d'America intorno agli anni 1941-1942, con l'obiettivo di rimontare, nel più breve tempo possibile, la decisa superiorità aerea allora sfoggiata dai tedeschi.

Il primo esemplare della versione « P-47B », già caratterizzato dalla compatta linea con la quale il nuovo caccia doveva poi rendersi noto su tutti i fronti aerei, fu portato in volo il 6 maggio 1941 a Mitchell Field. Nel novembre dello stesso anno si iniziò la costruzione in grande serie, ed il 18 marzo 1942 fu consegnato il primo « P-47B » alle forze aeree.

Costruito dalla Republic Aviation Corporation di Farmingdale (Long Island) New York, il « Thunderbolt » non fu soltanto un caccia « standard » dell'U. S. Air Force, ma venne anche abbondantemente fornito, in base alla famosa legge « affitti e prestiti », alle aeronautiche inglese, francese, russa e brasiliana.

Trascorsi due anni e mezzo dai primi voli di collaudo del P-47 B, nel settembre 1944 le officine di Farmingdale consegnavano alla li-

nea di volo l'ultimo esemplare di una serie di 10.000 velivoli. Il totale dei « Thunderbolt » costruiti nel novembre 1945, data di chiusura della catena di produzione, raggiungeva la ragguardevole cifra di oltre 15.000 unità.

La produzione di massa del « P-47 » fu suddivisa nelle numerose versioni comprese tra le lettere B e N, con grande prevalenza del tipo D.

Il « Thunderbolt » iniziò, nel maggio 1943, la sua attività operativa sulle coste dell'Olanda, come caccia di scorta ai bombardieri alleati. Numerose Squadriglie dell'VIII e IX Corpo Aereo statunitensi ne furono in seguito equipaggiate.

Particolare degno di nota, nel complesso motopropulsore del « Thunderbolt », è l'impiego di un compressore a turbina (sistema Rateau) utilizzante i gas di scarico. Il gruppo compressore-turbina era sistemato, per una più efficace utilizzazione termica dei gas di scarico, nel corpo della fusoliera, in prossimità della coda, e consentiva di ristabilire una potenza di 1650 HP a 9.000 metri di quota.

Per effetto di tale sistemazione, che rende invisibili i gas di scarico, il « Thunderbolt » si è prestato anche ad un ottimo impiego come caccia notturno.

L'elica del tipo Curtiss, a passo variabile elettricamente, era quadripala, con sagomatura a « remo », e poteva assumere l'assetto « a bandiera ».

L'ala era rastremata in pianta, profilo e spessore, ed era strutturata con un robusto insieme di longheroni e centine metallici, rivestito con lamiera in lega d'alluminio. Gli alettoni, d'ampia superficie, erano applicati su metà della lunghezza del bordo d'uscita.

Nell'ala erano allogate, con sistemazione a gradino e tiro fuori del disco dell'elica, otto mitragliatrici calibro 12,7, a funzionamento elettrico ed indipendenti l'una dall'altra, così che l'eventuale inceppamento di un'arma non influiva sul funzionamento delle altre. La potenza di fuoco del « Thunderbolt » era, per quei tempi, veramente elevata (6.000 colpi al minuto).

La fusoliera, caratterizzata da una sezione ovale pronunciata, aveva struttura a semiguscio. Alcune geniali innovazioni costruttive, tra le quali la sua divisione in due parti, secondo un piano longitudinale, a partire dalla paratia antifiamma fino alla coda, semplificarono di molto i problemi di lavorazione e di montaggio, sul cruscotto e altri pannelli di bordo, degli apparati e congegni di comando.

L'ampio spazio caratteristico della sua cabina di pilotaggio consentì una comoda e razionale sistemazione degli strumenti necessari per un'efficace guida del velivolo. Il tettuccio, scorrevole all'indietro, e il parabrezza erano composti con uno speciale, spesso cristallo infrangibile. Inoltre il posto di pilotaggio era protetto da uno schienale corazzato di notevole spessore.

L'esperienza bellica dimostrò che il « Thunderbolt » era un veivolo docile alla manovra anche nei più difficili assetti di volo, e che le sue doti complessive di impiego ne consentivano l'utilizzazione anche a piloti qualificati da un modesto addestramento professionale.

Il carrello era di larga carreggiata, retrattile verso l'interno, e scompariva completamente nello spessore dell'ala. Anche il ruotino di coda era retrattile in fusoliera.

Malgrado l'elevato peso totale (oltre 6.000 chilogrammi) il « Thunderbolt », tanto in virtù della notevole forza di « strappo » esercitata dalla grande elica quadripale, quanto per l'alto rendimento dell'ala, decollava con una corsa di soli 200 metri. L'atterraggio però, che non sopportava una velocità inferiore ai 160 chilometri orari, richiedeva una lunga corsa per smaltire la notevole inerzia accumulata, e questo era un elemento alquanto negativo, fra i tanti positivi totalizzati dal « P-47 ».

Il « Thunderbolt » è stato costruito nelle seguenti versioni: « P-47 B », « P-47 C », « P-47 D », « P-47 E », « P-47 F », « P-47 G », « P-47 H », « P-47 J », « P-47 M », « P-47 N ».

Il P-47 N

La versione « P-47 N », che è quella da noi riprodotta, costituiva un caccia di grande autonomia, destinato a servire di scorta agli apparecchi da bombardamento nel teatro operativo del Pacifico. Aveva la medesima fusoliera e lo stesso propulsore del « P-47 M », ma l'ala, ridisegnata, aveva una maggiore apertura di 46 centimetri, ed estremità rettangolari.

La superficie portante risultava così aumentata di oltre due metri quadri, e anche gli alettoni erano più ampi. Inoltre la capacità di carico del combustibile risultava notevolmente aumentata, per l'aggiunta di altri otto serbatoi (uno nel bordo d'attacco di ciascuna semiala e altri tre in prossimità di ciascuna ruota del carrello). Il carrello, rinforzato, aveva un maggiore scartamento. L'armamento di lancio era simile a quello dei primi « P-47 », ma sotto l'ala era prevista l'installazione di due bombe da 225 chilogrammi e di 10 razzi da 12,5 centimetri. Il peso raggiungeva, in questa versione, il valore massimo di 9.080 chilogrammi. Ed ecco le altre caratteristiche:

Apertura alare metri 12,50; lunghezza totale metri 11; altezza metri 4; superficie alare metri quadrati 27,9; motore Pratt & Whitney « Double Wasp » - R.2800-59; potenza al decollo HP 2.300; potenza a 9.000 metri HP. 1.650; potenza in emergenza HP. 2.535; velocità massima orizzontale a 9.000 metri chilometri orari 704; velocità massima in picchiata chilometri orari 1.170; tangenza pratica metri 12.000; autonomia chilometri 1.600.

Realizzato nella esatta scala 1:16 rispetto all'aereo, il disegno che vi presentiamo vi permetterà di realizzare un apparecchio dotato di notevoli caratteristiche di volo, e che presenta inoltre dei pregi estetici tali da farvi ottimamente figurare sia nella vostra cerchia di amici, sia nell'eventuale partecipazione a qualcuna

delle gare cosiddette di « qualificazione », riservate appunto ai modelli riproduzione.

Il motore prescelto per la realizzazione del modello è un cinque centimetri cubici del tipo glow, e precisamente l'O.S. Max 29, un motore giapponese di ottime caratteristiche, che si può oggi trovare facilmente sul mercato italiano ad un prezzo ragionevole. Naturalmente esso può essere sostituito con qualsiasi altro motore della stessa cilindrata, come il G.21, il Fox 29, ecc.; come pure, in caso di necessità, con un motore di cilindrata leggermente inferiore (in ogni caso non meno di 3,5 centimetri cubici); sebbene la velocità risulti logicamente ridotta.

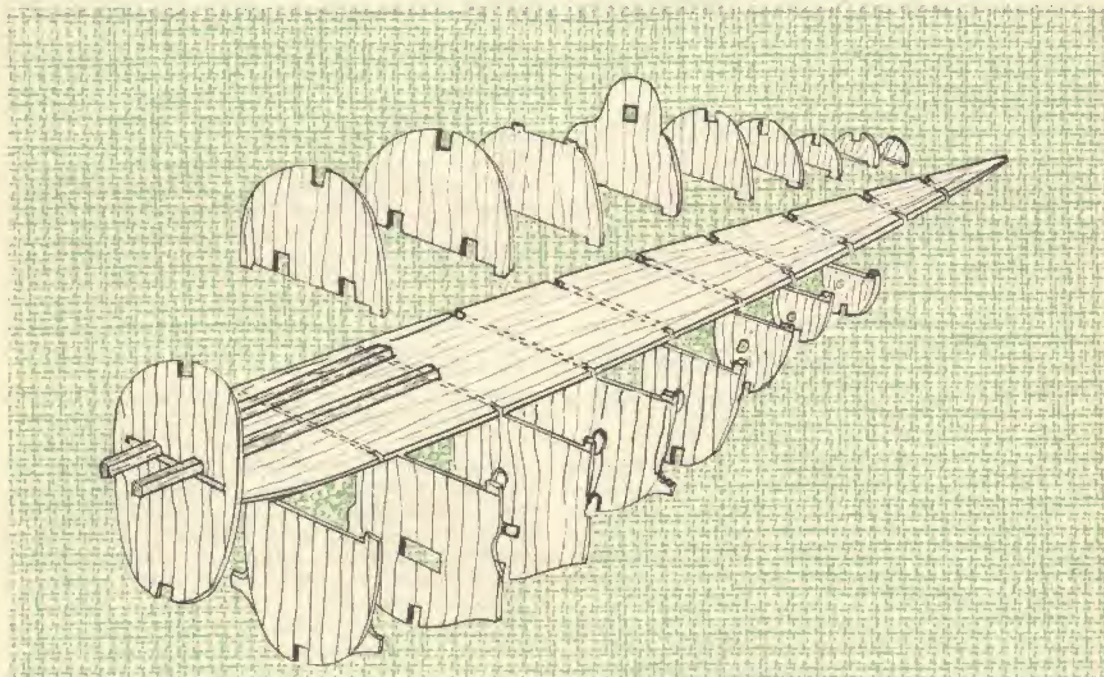
Nel modello sono stati adottati alcuni sistemi costruttivi un po' fuori del normale, che hanno permesso una sensibile semplificazione del lavoro, ed una notevole robustezza strutturale. Così per esempio per la fusoliera è stato prescelto un sistema ormai molto diffuso all'estero, ma ancora poco conosciuto in Italia, malgrado i vantaggi da esso presentati.

Si tratta di realizzare la struttura con le ordinate divise in due metà, superiore ed inferiore, collegate da una vista in pianta centrale (figura 1) ricavata da una tavoletta di balsa, in modo da poter costruire la metà superiore della fusoliera direttamente sul piano di montaggio; e quindi, dopo aver ottenuto una struttura abbastanza resistente, passare al montaggio degli elementi inferiori, senza rischio di deformazioni della struttura. La semplificazione costruttiva rispetto ad una normale fusoliera ad ordinate e correnti è evidente, come pure appare chiara la robustezza fornita dall'elemento centrale.

Il montaggio della fusoliera

Passiamo ora alla descrizione dettagliata. Anzitutto si ritaglia la vista in pianta (1) da una tavoletta di balsa duro da 3 millimetri. Quindi si preparano tutte le ordinate, di cui solo la (2), la (3) e la (4) sono intere, e possono anche essere preparate in un secondo tempo; mentre tutte le altre vengono ritagliate in due parti, secondo la linea di divisione riportata sul disegno. Per ottenere una maggiore precisione è comunque opportuno ritagliare le ordinate in un solo pezzo, e quindi dividerle in due. Il materiale da usare è il compensato da 3 millimetri a cinque strati per le ordinate (4), (5) e (6), il compensato da 2 millimetri per le (2), (3), (7), (8), e (12), ed il balsa da 2 millimetri per le (9), (10), (11) e (13).

Si fissa quindi il pezzo (1) sul piano di montaggio, si sovrappongono le semiordinate superiori dalla (5) alla (13), curando l'esattezza degli incastri, e le si collegano con il corrente superiore, di tiglio o altri legni duri da 4x4 millimetri, che viene tenuto in posizione con degli anellini elastici tesi fra due chiodini. Du-


FIG. 1 _ COSTRUZIONE DELLA FUSOLIERA



Ecco il modello del Thunderbolt costruito dall'aeromodellista napoletano Salvatore Torre. Notare la perfezione della rifinitura e la scrupolosità dei dettagli.

rante questa fase detto corrente deve essere lasciato intero per tutta la lunghezza della fusoliera, anche se successivamente dovrà essere tagliato nello spazio compreso fra le ordinate (6) e (8), perché altrimenti la fusoliera tenderebbe a deformarsi nello spazio libero. E' anche conveniente fissare subito le longherine del motore, di faggio da 10x12, potendosi in questa fase procedere meglio all'incollamento, che è bene effettuare con il noto sistema del preincollaggio.

Una volta asciugate le incollature, si toglie la semifusoliera dal piano, e si applicano le semiordinate inferiori, tranne la (6) e la (7), l'ordinata (4) ed il corrente inferiore, anch'esso di tiglio 4x4, tenendo il tutto fermato con anelli elastici durante l'incollaggio. E' opportuno fissare all'ordinata (12), prima del montaggio, la gamba del ruotino di coda, di filo d'acciaio da 1,5 millimetri, sagomato come da disegno, legato con refe ed incollato.

A questo punto è necessario lasciare da parte la fusoliera e iniziare la costruzione delle semiali, che viene anch'essa effettuata con un procedimento insolito ma assai razionale. Esse sono infatti costituite da una tavoletta inferiore di balsa da 1,5 millimetri, sulla quale vengono montate le centine ed il bordo d'entrata, che è un listello triangolare di pioppo 3x7, del tipo normalmente usato per i bordi d'uscita. I longheroni sono affioranti sul dorso, e servono d'appoggio per la ricopertura superiore, anch'essa di balsa da 1,5 millimetri, che sovrapponendosi a quella inferiore, preventivamente smussata, forma il bordo d'uscita.

Le costruzioni delle ali

Non essendo generalmente possibile trovare tavolette di balsa di larghezza pari alla corda massima, che è quasi 16 centimetri, è necessario collegare due tavolette, scartavetrando accuratamente i due spigoli da unire, in modo che combacino perfettamente, e tenendoli ben serrati con spilli sul piano di montaggio durante l'incollamento, che dovrà essere effettuato con il sistema del preincollaggio, per aumentarne la resistenza. Naturalmente avrete cura di disporre una striscia di cellophane sotto la linea di incollaggio, per evitare che le tavolette si incollino al piano.

Mentre si aspetta che la colla si asciughi si possono ritagliare le centine, che sono tutte di balsa da 1,5 millimetri, tranne la (18), di

compensato da 3 millimetri, e la (20), di balsa dello stesso spessore, e vi si praticano gli incastri per i longheroni e i fori per il passaggio dei cavi di comando (solo nelle centine della semiala sinistra). Da notare che alla centina (24) il longherone posteriore è solo appoggiato, e quindi non vi deve essere praticato l'incastro, che ne occuperebbe tutta l'altezza.

Si preparano anche il bordo d'entrata, il longherone posteriore, formato da uno spezzone di listello 2x3 di balsa duro, e quello anteriore, costituito da un listello di pioppo 3x8, rastremato a 3x4 in corrispondenza dell'ultima centina, e rinforzato con uno spezzone dello stesso listello nella parte centrale, alla quale andrà fissato il carrello.

Si tolgono quindi dal piano di montaggio le tavolette di balsa, e vi si ritaglia accuratamente la vista in pianta della semiala (naturalmente il procedimento è identico per le due semiali), e dopo avervi segnato la posizione delle centine, si inizia il montaggio. Anzitutto si incolla sulla pianta il bordo d'entrata, tenendolo aderente con spilli, e curando che risulti perfettamente a filo con la linea anteriore della pianta; quindi le centine, ed infine i longheroni.

Il carrello

Quando sono state montate ambedue le semiali, senza la ricopertura superiore, si passa al carrello, sagomando una barra di filo d'acciaio armonico da 3 millimetri di diametro secondo lo sviluppo riportato nel disegno. Per questa operazione sarebbe opportuno disporre di una morsa, perché altrimenti, sia pure con pinze di grandi dimensioni, il lavoro risulta assai faticoso e poco preciso.

Per inserire il carrello nelle semiali è necessario asportare dalle centine (18) e (19) il pezzetto di balsa tratteggiato nel disegno, che verrà successivamente rincollato al suo posto, e praticare un foro nella pianta dell'ala, in corrispondenza della gamba del carrello. Si fissa quindi il filo d'acciaio ai longheroni delle due semiali, dopo averlo inserito dall'alto in basso, mediante una robusta legatura di filo di refe, senza però incollarlo, dovendosi prima procedere all'assestamento con la fusoliera. Si prende quindi la semiordinata inferiore (6) e la si incolla, sempre con il preincollaggio, ai longheroni delle due semiali, tenendola serrata con delle mollette da bucato, e curando che i raccordi combacino perfettamente con le centine di attacco.

Si lega quindi il carrello all'ordinata col solito filo di refe, passato in fori preventivamente praticati, incollando fra il filo d'acciaio ed il compensato degli spessori di riempimento, e si spalmano di abbondante collante tutte le legature, in modo da fissare definitivamente il carrello; dopo di che si possono riempire le fessure aperte nelle centine (18) e (19).

A questo punto si passa alla realizzazione dei comandi. Anzitutto si ritagliano la squadretta (17) dall'alluminio da 1,5 millimetri e la sua tavoletta di supporto (16) dal compensato da 3 millimetri, e le si fissano tra loro con la solita vite da 3 millimetri con doppio dado e rondelle di scorrimento. Si fissano alla squadretta, con una rondella saldata superiormente, i due cavi di comando, di filo d'acciaio da 1 millimetro, e l'asta che va al piano di quota, di filo da 1,5 millimetri. E' bene che i tre cavi siano lasciati più lunghi del necessario, e quindi tagliati a misura. Naturalmente occorre curare al massimo la scorrevolezza del complesso.

Si introducono delicatamente i cavi nella semiala sinistra, facendoli passare attraverso gli appositi fori praticati nelle centine, partendo naturalmente da quella di attacco. Quindi si fissa la semiordinata (7) fra le due centine centrali, dopo averla inserita nell'asta di comando, e si incolla la tavoletta (16) di supporto della squadretta negli appositi incastri delle ordinate (6) e (7).

Si ritagliano dal compensato da 1,5 millimetri i portelli del carrello e li si fissano alle centine (20) ed ai longheroni principali. Non è conveniente fissarli alle gambe del carrello per non diminuirne l'elasticità. Così non consigliamo l'applicazione alle stesse di tubetti d'ottone per simulare il molleggio telescopico, in quanto la maggiore rigidità potrebbe provocare danni alle semiali in atterraggi un po' bruschi; ed anche i piloti più provetti dovrebbero evitare di atterrare su terreni un po' accidentati. Gli aeromodellisti più esperti possono anche affrontare la costruzione di un vero carrello telescopico; ma noi preferiamo sorvolare su questo accorgimento, la cui difficoltà riteniamo sia superiore alle capacità medie dei nostri lettori. Per completare il carrello non resta che da applicare le ruote, del tipo ballon da 50 millimetri di diametro, preferibilmente in gomma; ma questa operazione è bene venga rimandata a costruzione ultimata.

Si passa quindi alla ricopertura del dorso dell'ala, che viene effettuata in balsa da 1,5 millimetri in tre strisce, valendosi per le giunzioni della sovrapposizione con i due longheroni. Ricordare che il bordo d'uscita della tavoletta inferiore deve essere accuratamente smussato, con il tampone a cartavetrata, prima di applicare la copertura dorsale. Le estremità vengono ricavate da un blocchetto di balsa, tenendo presente che in quella sinistra devono essere alloggiati i tubetti di ottone, del diametro interno di millimetri 1,5 ed esterno



Una vista frontale dello stesso modello. Se non vi fosse il confronto con il pacchetto di sigarette, esso potrebbe anche essere scambiato per l'aereo vero, tanto è il realismo della riproduzione. Notare in particolare il carrello telescopico e l'elica.

di millimetri 2, per il passaggio dei cavi di comando.

Dopo un'accurata rifinitura con cartavetrata sempre più sottile si può procedere al fissaggio dell'ala alla fusoliera. Anzitutto si ritaglia diagonalmente il corrente inferiore della fusoliera in corrispondenza delle ordinate (5) e (8), come indicato nel disegno, senza però gettare lo spezzone ritagliato, che verrà poi rincollato al suo posto. Quindi si fa passare delicatamente l'estremità posteriore dell'asta di comando attraverso gli appositi fori praticati nelle ordinate dalla (8) alla (13), fino a farla uscire dall'estremità posteriore della fusoliera. Si incollano le ordinate (6) e (7), facenti corpo unico con l'ala, all'elemento (1) della fusoliera, e le centine centrali dell'ala ai raccordi delle ordinate (5) e (8). Si incolla quindi al suo posto lo spezzone del corrente inferiore, ed il fissaggio dell'ala è completato.

Il serbatoio

A questo punto si prepara il serbatoio, ricavato dal lamierino d'ottone da 2-3 decimi di spessore, accuratamente saldato lungo tutte le linee di giunzione. Il disegno, oltre alle viste in grandezza naturale, mostra chiaramente la disposizione dei tubetti di riempimento, di sfiato e di alimentazione, tutti in ottone da 2 millimetri di diametro e 3 millimetri esterno. Dopo averne collaudato la tenuta riempiendolo con della miscela, si fissa il serbatoio sotto alla tavoletta (1), che viene attraversata dai due tubetti verticali, ed immediatamente avanti all'ordinata (5), mediante due vitine a legno, che faranno presa sulle longherine del motore. Quindi si può applicare l'ordinata (4), che è tutta d'un pezzo, incollandola alla tavoletta (1) ed ai due correnti superiore ed inferiore. Naturalmente il tubetto di alimentazione del motore viene ad uscire anteriormente dalla stessa ordinata, attraverso l'apposito foro.

Quindi si ritaglia il corrente superiore della fusoliera compreso fra le ordinate (6) ed (8); a filo con la seconda e diagonalmente in corrispondenza della prima, in modo da fare da appoggio per il cruscotto (15). Per ricavare quest'ultimo è opportuno ricalcare il disegno su un foglio di carta bianca, incollarlo su una tavoletta di balsa da 2 millimetri e ritagliarlo, in modo da utilizzare il disegno già preparato. La base della cabina viene completata con un listello 2x2, corrente da ambedue i lati dall'ordinata (7) alla (9).

E' ora giunto il momento di procedere alla ricopertura della fusoliera, che viene effettua-

ta con listelli di balsa 2x5. Questa operazione deve essere effettuata con molta accuratezza per portare ad un buon risultato, evitando di lasciare fra i vari listelli delle fessure, che richiederebbero una stuccatura più lunga e più pesante. Per risparmiare i listelli possono essere ritagliati da una tavoletta da 2 millimetri, servendosi di una riga e di una lametta rigida, tanto più che nella parte posteriore della fusoliera i listelli dovranno essere leggermente rastremati. Non è strettamente necessario che ogni listello copra l'intera lunghezza della fusoliera, ma è opportuno ridurre al massimo le giunzioni.

La ricopertura della fusoliera

Il procedimento più conveniente è quello di partire dall'elemento centrale, ed applicare prima una coppia di listelli, destro e sinistro, al di sopra di essa, tenendoli fermi con spilli in corrispondenza delle ordinate durante l'incollaggio; quindi sistemarne una coppia al disotto; poi un'altra coppia di sopra, e così via, procedendo alternativamente verso i due correnti superiore ed inferiore. E' opportuno limitare la ricopertura fino all'ordinata (12), lasciando scoperta la coda della fusoliera, finché non si sarà sistemato il piano orizzontale. Naturalmente si lascia scoperta pure la cabina fra le ordinate (6) e (8); mentre il raccordo dell'ala viene completato con blocchetti di balsa sagomati in opera.

Passiamo ora ai piani di coda. Si ritaglia quello orizzontale da una tavoletta di balsa da 4 millimetri, naturalmente in due parti, e lo si sagoma a profilo biconvesso simmetrico, tranne la parte centrale, che verrà appoggiata sulla fusoliera. E' opportuno che la parte mobile venga ritagliata in un solo pezzo, senza l'incavatura centrale, che verrà praticata dopo aver applicato il rinforzo, costituito da una striscia di compensato da 3 millimetri larga 10 millimetri, alla quale si fissa, mediante un bulloncino con dado da 2 millimetri, la leva



Ecco Salvatore Torre che presenta, con aria molto soddisfatta, il suo magnifico Thunderbolt

di comando, ricavata dal lamierino di alluminio da 1 millimetro, piegato ad angolo retto.

Si incolla quindi dietro all'ordinata (12) un pezzetto di listello di balsa 3x10, poggiato verticalmente sulla pianta (1), che serve d'appoggio per il bordo d'entrata del piano di coda. Si ritaglia quindi a misura l'estremità dell'asta di comando, e la si piega ad angolo retto, facendo attenzione a non danneggiare, durante questa operazione, la coda della fusoliera.

Si poggia il piano di coda sull'apposito listello e sull'ordinata (13), tenendolo fermo con qualche spillo, e si inserisce l'asta di comando nella leva, fermandola con una rondella saldata, e, dopo aver accertato che con la squadretta parallela all'asse della fusoliera il piano mobile risulti disposto ad incidenza nulla, si incolla definitivamente il piano di coda, accertandosi che sia ben parallelo all'ala.

Si completa quindi la ricopertura della coda della fusoliera, carenando con due blocchetti di balsa la parte sopra il piano fisso orizzontale e quella sotto il piano mobile, e si applicano la deriva e la relativa pinna, ricavate dalla tavoletta di balsa da 3 millimetri.

Veniamo ora alla capottina del motore. Si ritagliano dal compensato da 2 millimetri le ordinate (2) e (3); e quindi, rimediata una tavoletta di balsa da 16 millimetri, la si ritaglia secondo il contorno esterno dell'ordinata (3) e quello interno della (2), la si incolla fra di esse, e quindi la si sagoma accuratamente sia esternamente che internamente. Si incolla il complesso così ottenuto alle longherine, curando che risulti perfettamente parallelo all'ordinata (24), e quindi si applica un blocco di balsa scavato, o diversi blocchetti, fra le ordinate (3) e (4), nella parte superiore, sagomandolo accuratamente.

La parte inferiore della capottina viene ricavata dal lamierino d'alluminio da 1 millimetro, piegato ad U e leggermente bombato mediante battitura con un martello a testa tonda. Da notare che posteriormente detta capottina risulta parzialmente sovrapposta alla fusoliera, e nella parte superiore viene ritagliata per formare due flabelli per lato, che vengono lasciati leggermente aperti per consentire l'uscita dei gas di scarico del motore. Anche la parte superiore della capottina porta tutta una corona di flabelli, che vengono però simulati con delle tavolettine di balsa ricoperte con foglia di alluminio, di quella che si trova ora in commercio per usi domestici.

La capottina inferiore deve naturalmente essere smontabile per consentire il montaggio e lo smontaggio del motore, e viene fissata con sei vitine a legno, inserite in altrettanti blocchettini di legno duro incollati, con il sistema del preincollaggio, alle ordinate (3) e (4), come da disegno.

La cabina può essere cercata già pronta fra il vasto assortimento esistente in commercio. Qualora non la si trovasse dell'esatta misura, sarà necessario modificare leggermente le misure dell'ordinatina (14), che costituisce il prolungamento della (7), del cruscotto e della base della cabina stessa; ma purché le differenze siano minime il risultato sarà sempre buono. Un notevole tocco di realismo si ottiene con l'aggiunta di un pilotino, anch'esso reperibile in commercio.

A questo punto il modello è praticamente completato, tranne alcuni dettagli, che è opportuno applicare dopo la stuccatura, per essere più liberi in questa operazione. Si inizia quindi con un'accurata rifinitura di tutte le superfici, procedendo con cartavetrata via via più sottile, fino a renderle il più possibile levigate. Per le prime due mani di stuccatura consigliamo di usare un impasto di collante e talco, assai più leggero ed economico del normale stucco alla nitro, oppure il turapori cellulosico reperibile in commercio. Dopo un'altra accurata lisciatura con carta abrasiva sottile, si applicano a pennello ancora una o due mani di stucco alla nitro alquanto diluito, rifinendo con carta abrasiva numero 400, in modo da ottenere tutte superfici levigatissime.

I dettagli

Prima di passare alla verniciatura occorre realizzare tutti i dettagli, indispensabile complemento di ogni buona riproduzione. Gli scarichi sui due lati del muso vengono realizzati con blocchetti di balsa sagomati, come pure la carenatura dello scarico del compressore. I portelli del ruotino di coda sono in compensato da 1 millimetro, leggermente curvati, dovendosi presumere che accompagnino la sezione della fusoliera a ruota retratta, ed è bene che vengano leggermente incastrati nello spessore della ricopertura della fusoliera. Così pure per le tre antenne, ricavate dal tondino di pioppo da 4 millimetri rastremato, e disposte una avanti alla pinna e due ai suoi lati.

Ad ambedue le semiali si applicano le quattro mitragliere, di lunghezza decrescente, ricavate da un tondino di pioppo da 3 millimetri, ed anch'esse leggermente inserite nel bordo d'entrata dell'ala. Le bombe ed i proiettili razzo non sono assolutamente necessari, potendosi presumere che l'aereo sia in viaggio di ritorno a missione compiuta; ma la loro aggiunta costituisce veramente il tocco finale, che farà rimanere a bocca aperta gli amici davanti al vostro « Thunderbolt »; per cui vi consigliamo senz'altro di applicarli, tanto più che la loro realizzazione non presenta alcuna difficoltà.

I razzi sono dieci, cinque per ogni semiala, hanno un diametro di 8 millimetri, e sono realizzati interamente in balsa. Se possibile è opportuno ricavarli tornendoli, o facendoseli tornire, essendo difficile realizzarli perfettamente a mano. Le alette sono di compensato da 1 millimetro, e vengono inserite in apposite fes-



Da questa bella foto del Thunderbolt in decollo per una missione di guerra si possono rilevare numerosi dettagli sulle bombe, i razzi, le mitragliere, il carrello, gli scarichi, ecc.

sure praticate nella coda del razzo. Il fissaggio al ventre dell'ala viene ottenuto, nella posizione indicata nel disegno, mediante due supportini per ogni razzo, ricavati da un pezzetto di compensato da 2 millimetri, sagomato a sezione lenticolare, ed inseriti ed incollati sia nel corpo del razzo che nella ricopertura dell'ala.

Le bombe

Anche le due bombe sono costituite da un corpo in balsa, possibilmente tornito, e scavato internamente per alleggerirlo, al quale viene applicato l'anello terminale, ricavato con del cartoncino robusto, e le alette, di compensato da 1 millimetro. Il fissaggio all'ala è ottenuto con un unico supporto di balsa, sagomato a sezione lenticolare.

Per tutti questi particolari è opportuno procedere alla rifinitura ed alla stuccatura prima di applicarli al modello, in modo da poter lavorare più agevolmente. Così dopo resterà solo da stuccare gli incastri ed i punti di applicazione.

La elica dovrebbe essere senz'altro quadripala, non potendosi pensare ad una riproduzione realistica con elica bipala, ed avere un diametro di 22,5 centimetri ed un passo di 12,5 centimetri (9"x5" in misure inglesi). Oggi è abbastanza facile trovare in commercio delle eliche quadripale; comunque esse possono anche essere ricavate accoppiando due eliche bipale mediante incastri sul mozzo (fig. 2). I costruttori più esperti possono anche realizzare il mozzo in modo da simulare il dispositivo di passo variabile (vedi foto). Nelle prime prove di messa a punto si può anche usare un'elica bipala di passo maggiore (9"x7"), magari di plastica, per evitare di rompere qualche costosa quadripala. Anche l'ogiva, per realismo, deve essere in alluminio tornito, secondo la linea risultante dal disegno.

A questo punto si può passare alla verniciatura, che viene effettuata con vernice alla nitro color alluminio metallizzato, tranne una striscia sul dorso della fusoliera, di larghezza massima pari a quella della cabina, che è nera. Per realizzare con precisione questa striscia è opportuno delimitarne i contorni con del nastro adesivo, tipo « Scotch », per ottenere una linea netta. L'elica è nera con estremità gialle e mozzo alluminio. Le bombe sono

grigio scuro, ed i razzi bianchi con ogiva e alette rosse. L'antenna anteriore nera, le due laterali alluminio, come la pinna.

La rifinitura viene completata con l'applicazione delle coccarde americane sui due lati della fusoliera e sul dorso e sul ventre della semiala sinistra, e dei numeri di matricola sulle due faccie della deriva. Per questi particolari è opportuno servirsi delle decals scivolanti, facilmente reperibili in commercio, che permettono un ottimo risultato con modica spesa. Si procede quindi al disegno degli alettoni, dei flaps, del timone di direzione e delle superfici di compensazione, mediante inchiostro di china e tiralinee.

Il centraggio e le prove di volo

E così il vostro « Thunderbolt » è terminato, e fa certamente una magnifica figura. Non resta ora che da applicare il motore e controllare che il baricentro risulti sulla verticale del primo longherone alare, portandovelo eventualmente con l'aggiunta di un po' di piombo nella capottina, se necessario.

Per le prove di volo non occorrono particolari accorgimenti, in quanto il modello è stabilissimo e pienamente rispondente ai comandi. Usate cavi di lunghezza compresa fra 15 e 20 metri, e cercate di fare le vostre prove sempre su terreno asfaltato, per evitare di danneggiare qualche particolare con una capottata in atteraggio.

Nei primi voli usate cavi di lunghezza un po' ridotta, e, se non avete sufficiente pratica di pilotaggio, affidate il vostro « Thunderbolt » ad un amico più esperto. Se il motore gira bene il modello, tranne che presenti difetti di costruzione, tirerà bene sui cavi, e sarà sempre pronto all'impulso del pilota (naturalmente non si possono fare pazze acrobazie, trattandosi di una riproduzione). Se si riscontrasse necessario, e se voleste spingere il modello in qualche manovra arrischiata, potete calettare leggermente verso l'esterno il motore o il timone di direzione.

Ed ora non ci resta che augurarvi buon lavoro e buon divertimento con il « Thunderbolt ».

Loris Kanneworff

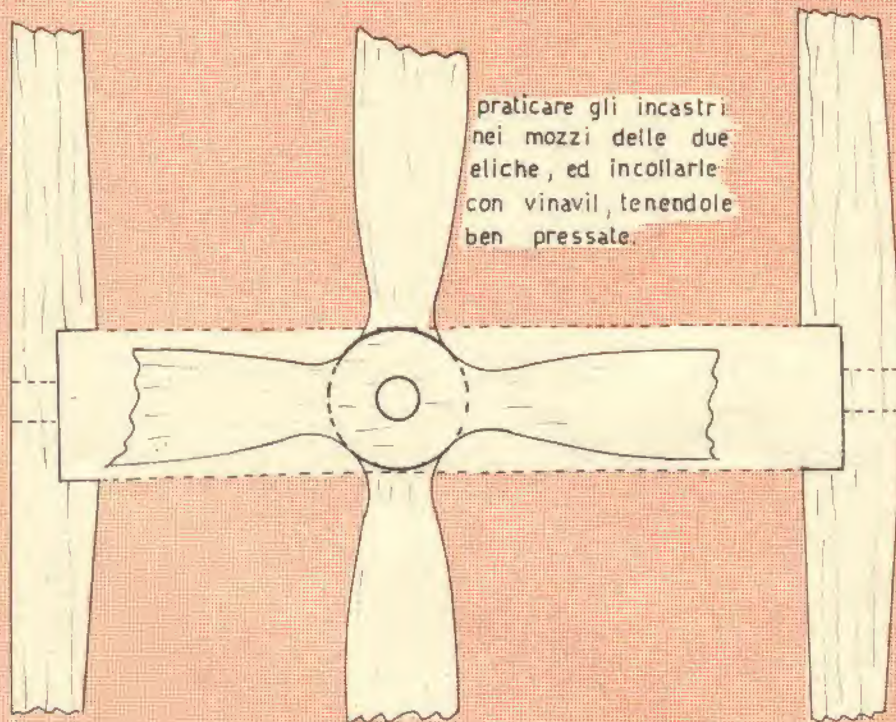
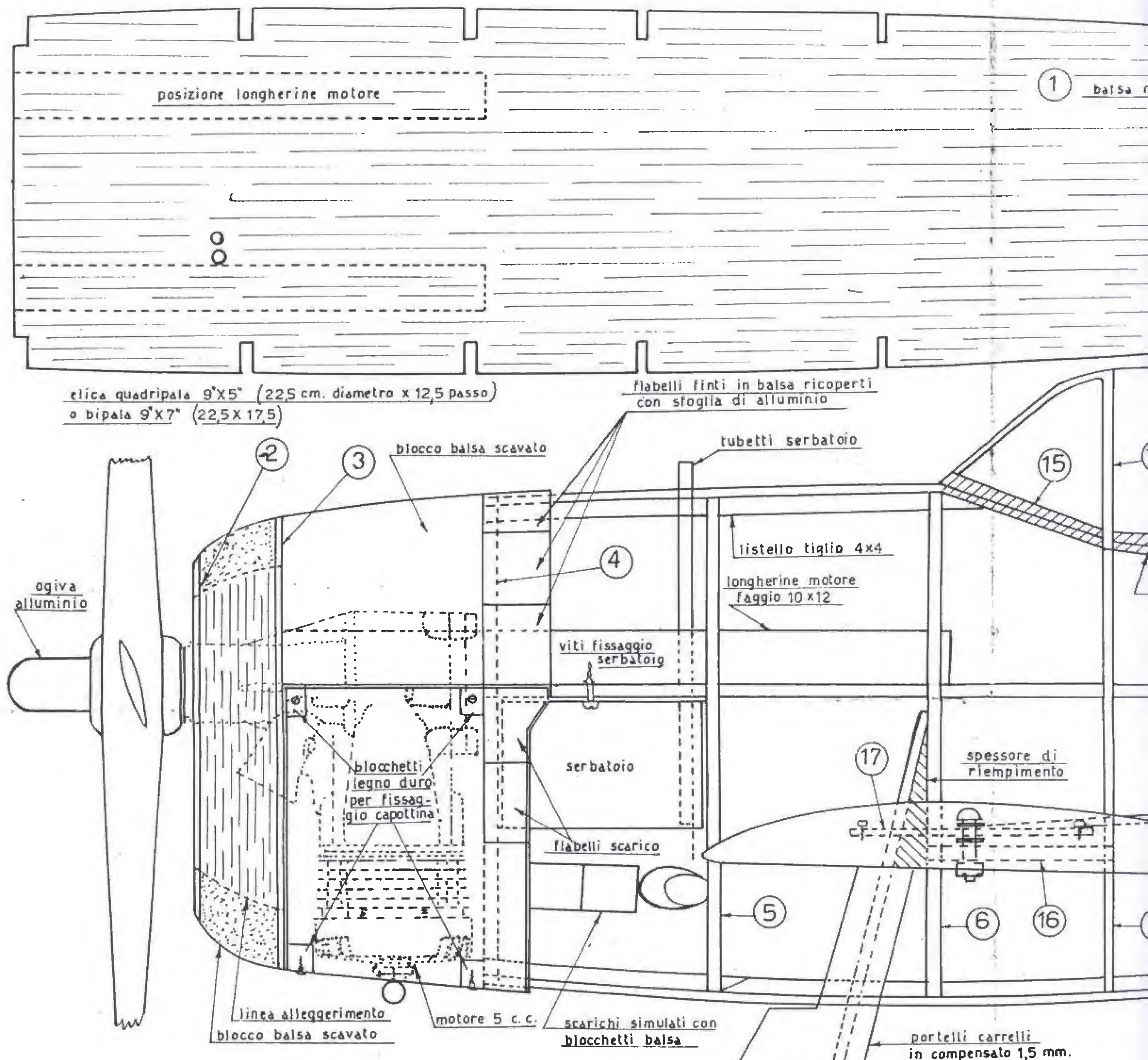


FIG. 2 - COSTRUZIONE DELL' ELICA QUADRIPALA

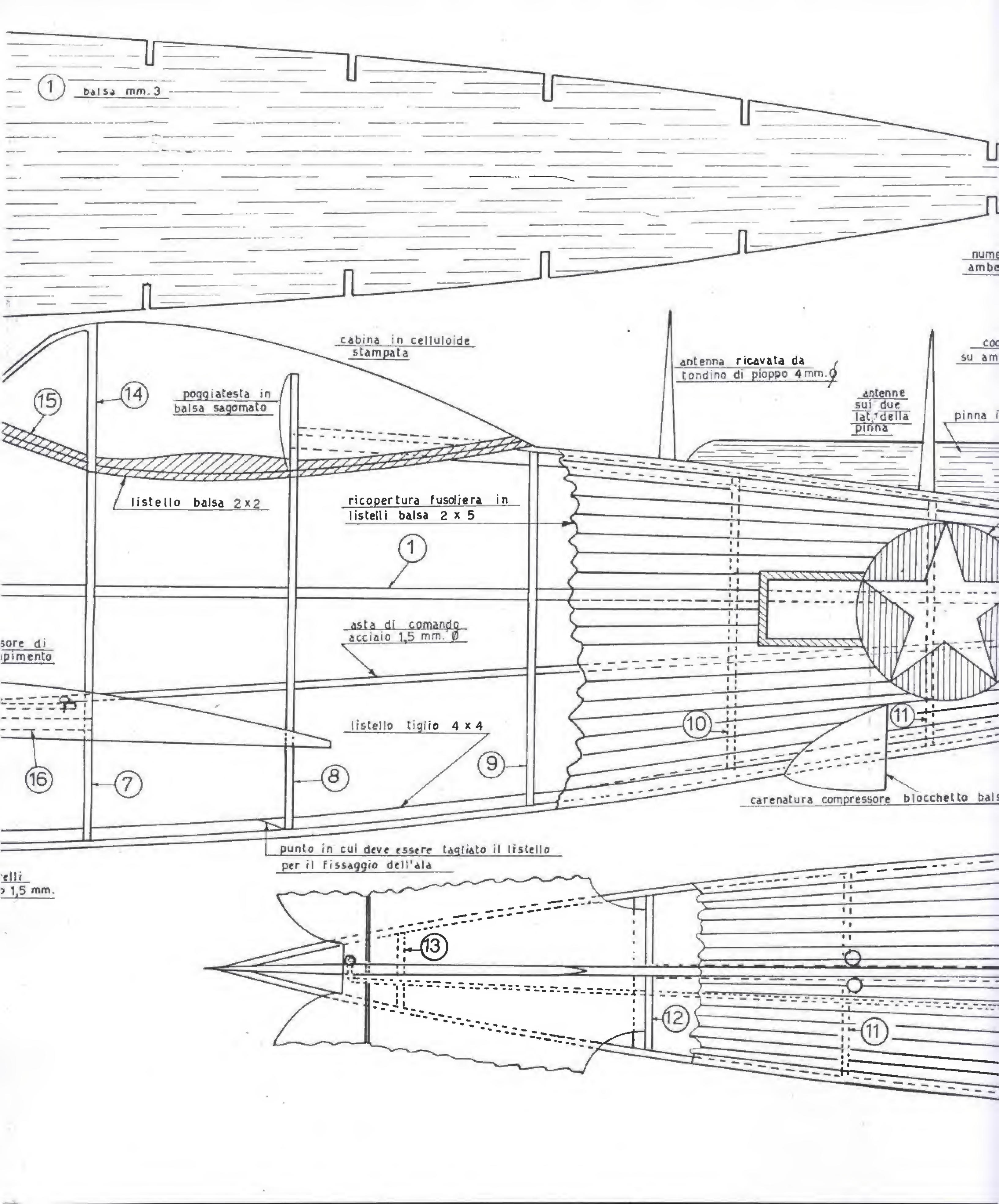


THUNDERBOLT P 47-N

RIPRODUZIONE IN VOLO CIRCOLARE

Apertura alare	cm. 78
Lunghezza	cm. 64,5
Motore	c.c. 5

Progetto di LORIS KANNEWORFF - Disegno di ELVIO TOSARONI



1
balsa mm. 3
cabina in celluloide stampata
antenna ricavata da tondino di pioppo 4 mm. Ø
antenne sui due lati della pinna
pinna i
cod
su am
nume
ambe
15
14
poggiatesta in balsa sagomato
listello balsa 2 x 2
ricopertura fusoliera in listelli balsa 2 x 5
1
asta di comando acciaio 1,5 mm. Ø
sore di
pimento
listello tiglio 4 x 4
10
11
16
7
8
9
carenatura compressore blocchetto bals
punto in cui deve essere tagliato il listello per il fissaggio dell'ala
elli
1,5 mm.
13
12
11

numeri di matricola su
ambedue i lati della deriva

deriva in
balsa sagomata
da 3 mm.

coccarda bianca e azzurra
su ambedue i lati della fusoliera

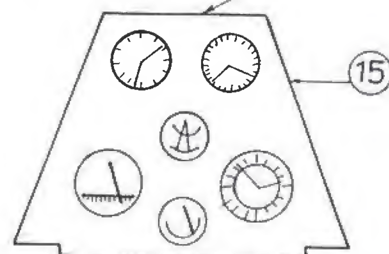
tenne
due
della
na

pinna in balsa 3 mm.

blocchetto
balsa

488576

cruscotto in balsa 2 mm.



listello balsa 3 x10 per
appoggia piano di coda

13

12

11

blocchetto balsa

16

tavoletta supporto
squadretta



compensato 3 mm.

portelli in compensato 1 mm.

17

squad
allum

re blocchetto balsa sagomato

ruota tipo ballon 20 mm. ∅

18

16

14

poggiatesta

asta di comando

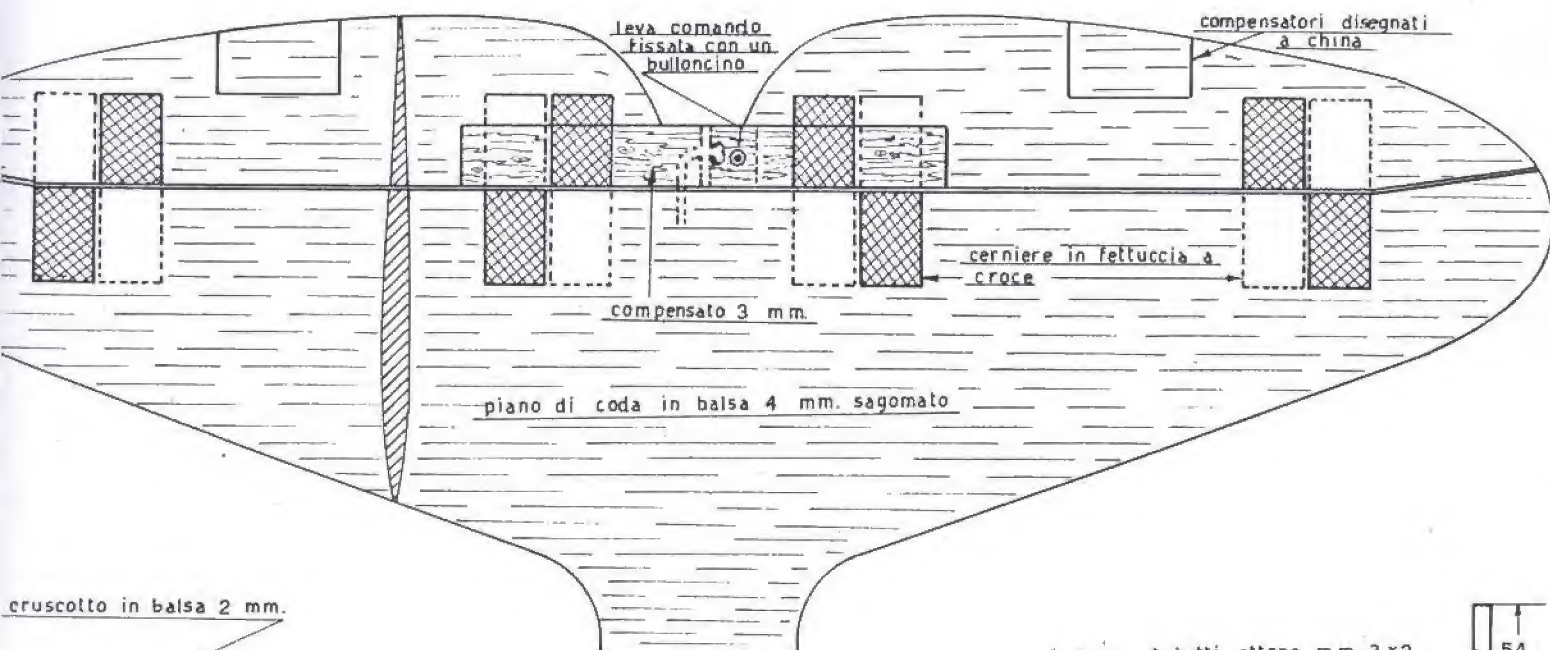
10

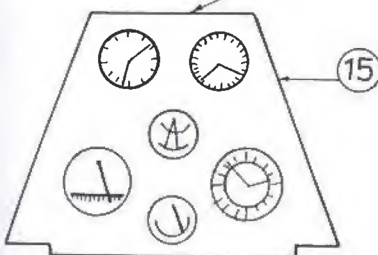
9

8

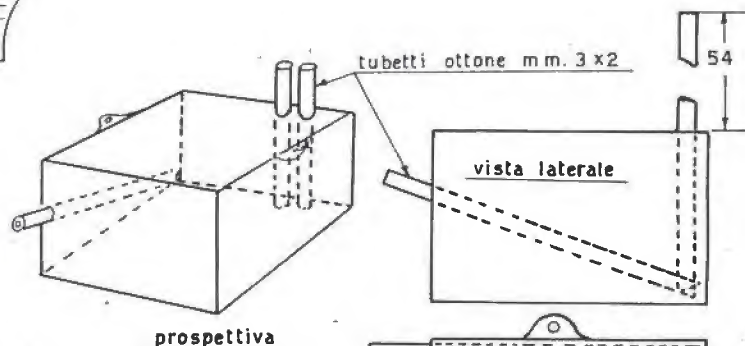
7

6

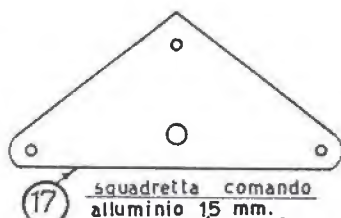

leva comando fissata con un bulloncino
compensatori disegnati a china
cerniere in fettuccia a croce
compensato 3 mm.
piano di coda in balsa 4 mm. sagomato


cruscotto in balsa 2 mm.
15

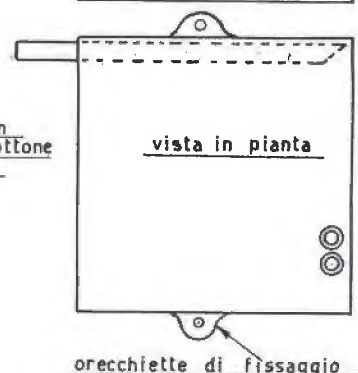

14
compensato 2 mm.

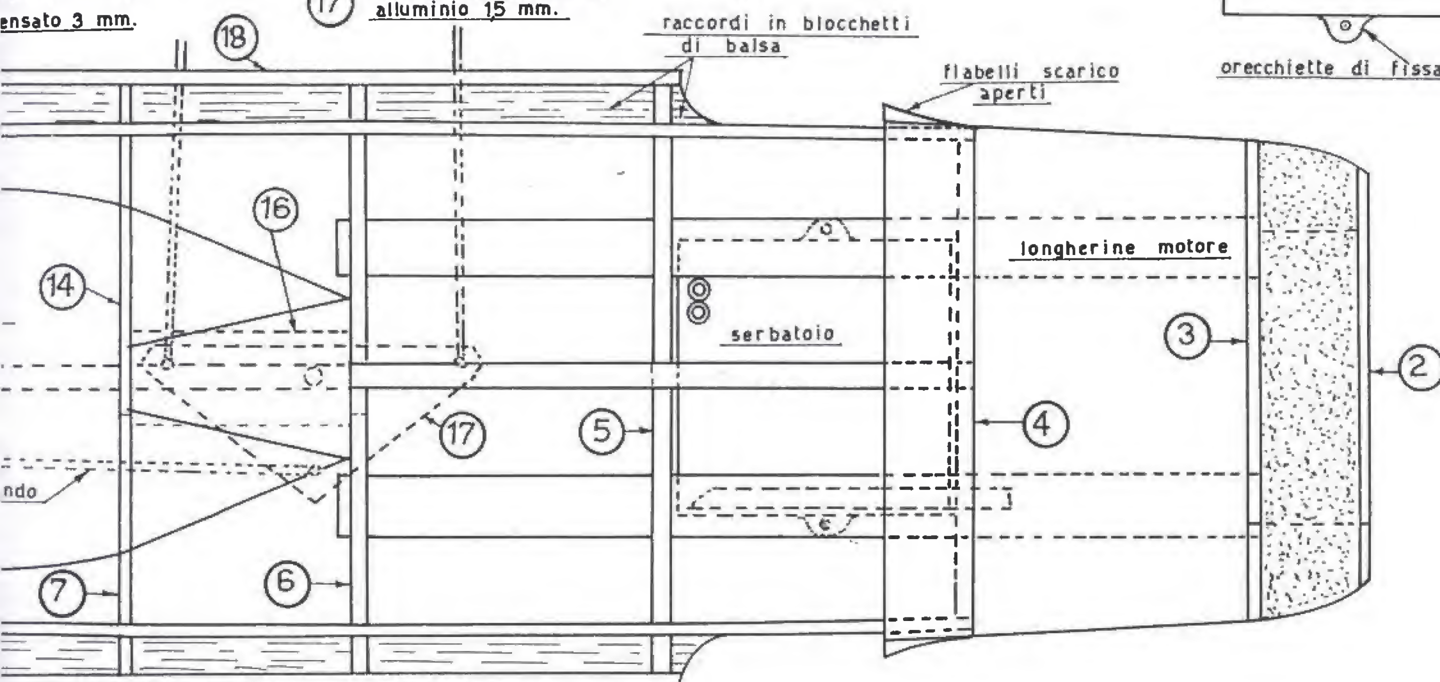

tubetti ottone mm. 3 x2
54
vista laterale
prospettiva

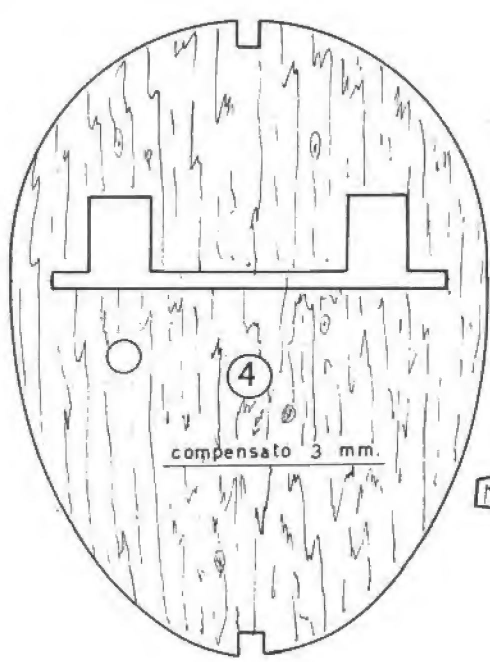

16
tavoletta supporto squadretta
ensato 3 mm.

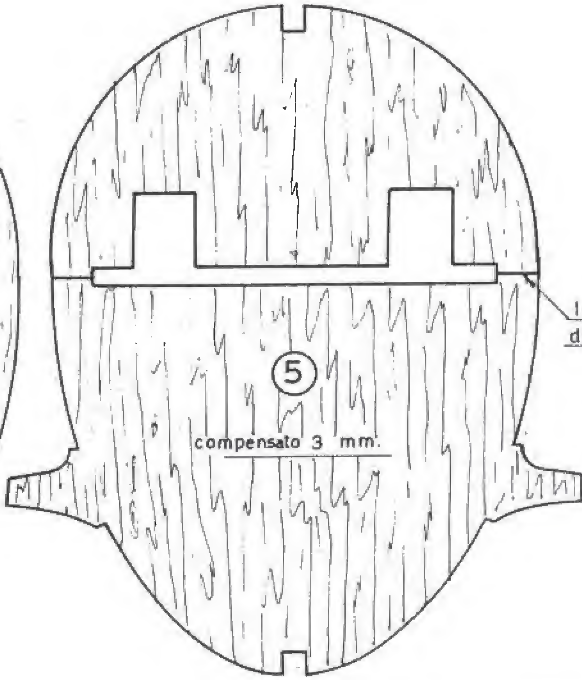

17
squadretta comando alluminio 15 mm.


10
leva di comando alluminio 1 mm.
serbatoio in lamierino ottone saldato

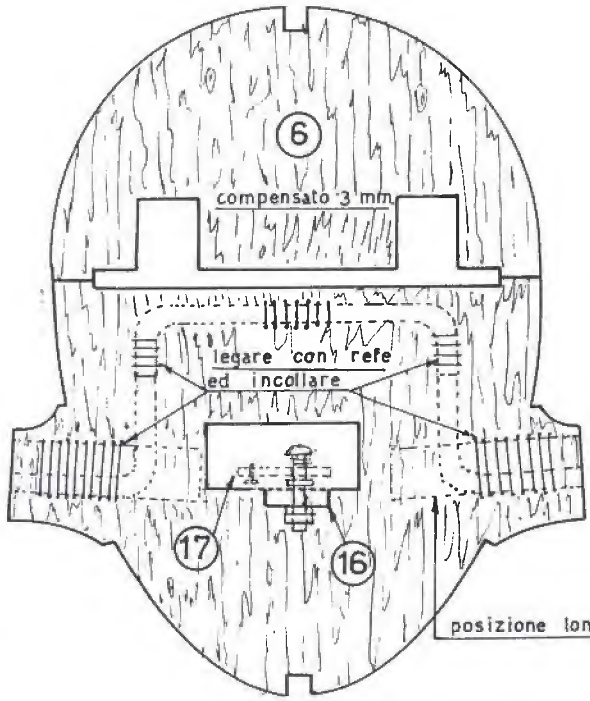

vista in pianta
orecchiette di fissaggio

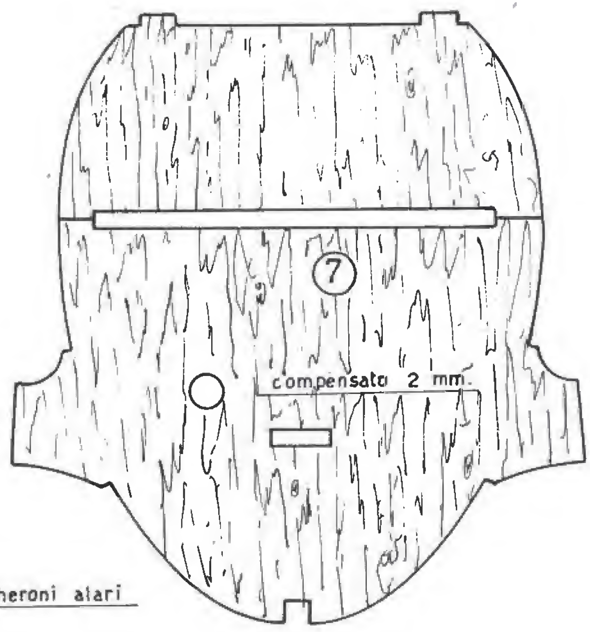

18
raccordi in blocchetti di balsa
flabelli scarico aperti
longherine motore
serbatoio
16
14
17
5
4
3
2
ndo
7
6

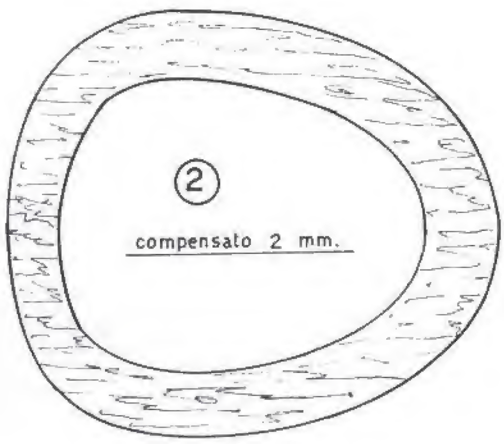

4
compensato 3 mm.

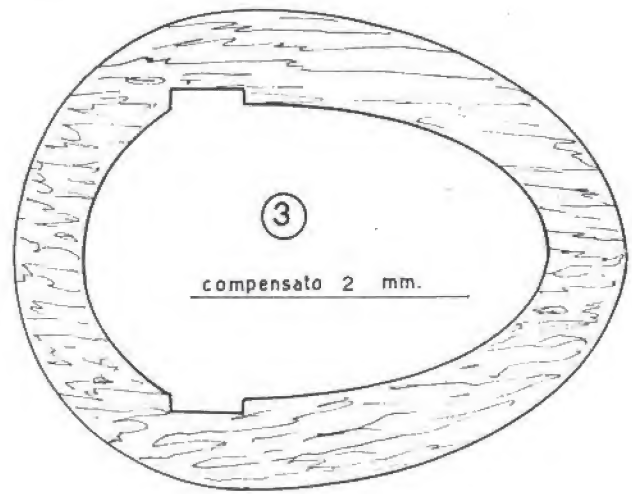

5
compensato 3 mm.
linea di divisione
delle ordinate

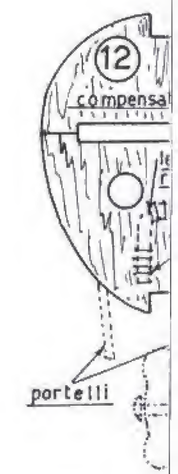

alette


6
compensato 3 mm.
legare con refe
ed incollare
17
16
posizione longheroni alari

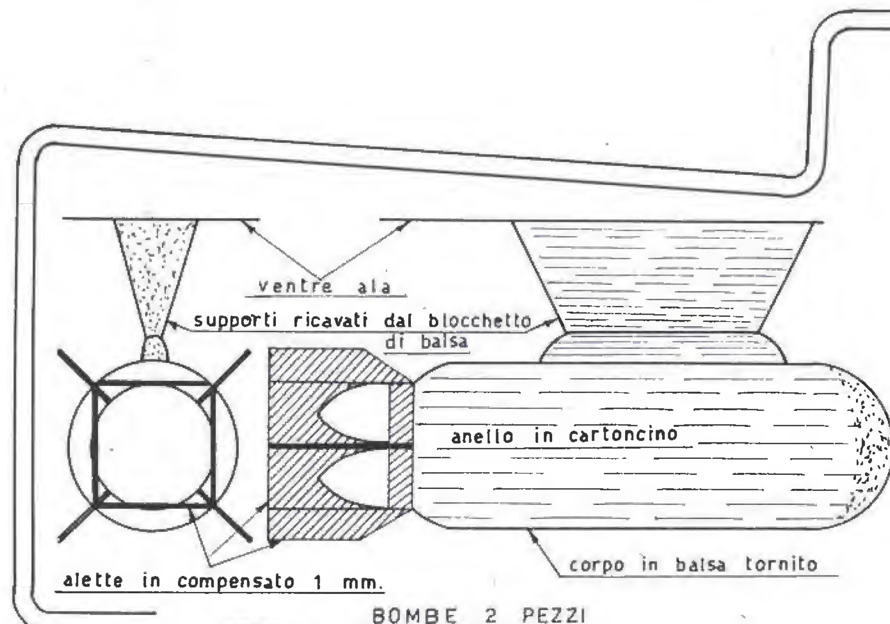

7
compensato 2 mm.

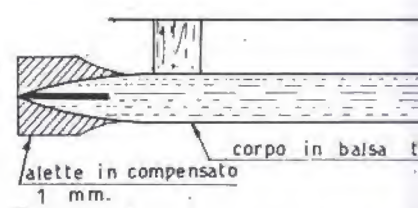

2
compensato 2 mm.

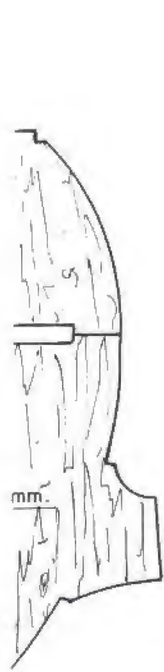

3
compensato 2 mm.

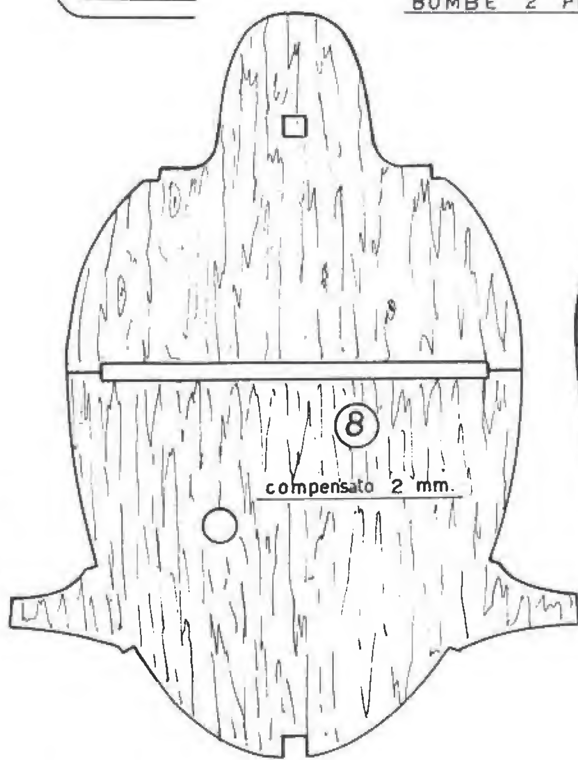

12
portelli

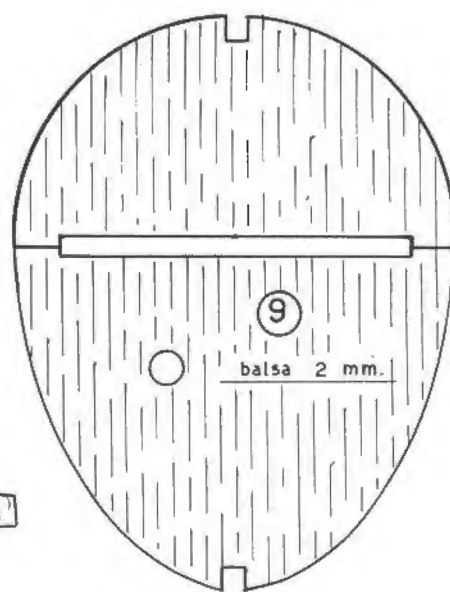
linea di divisione delle ordinate

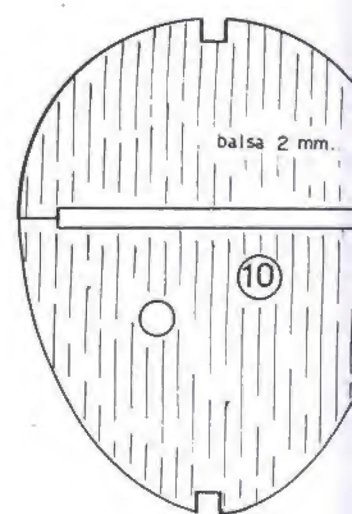


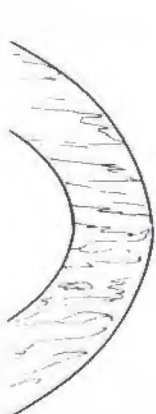


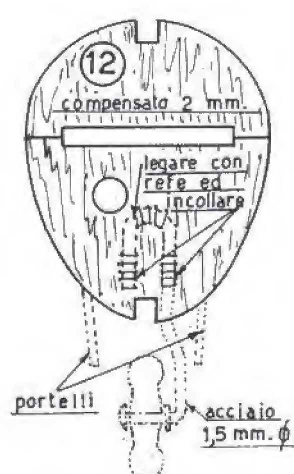


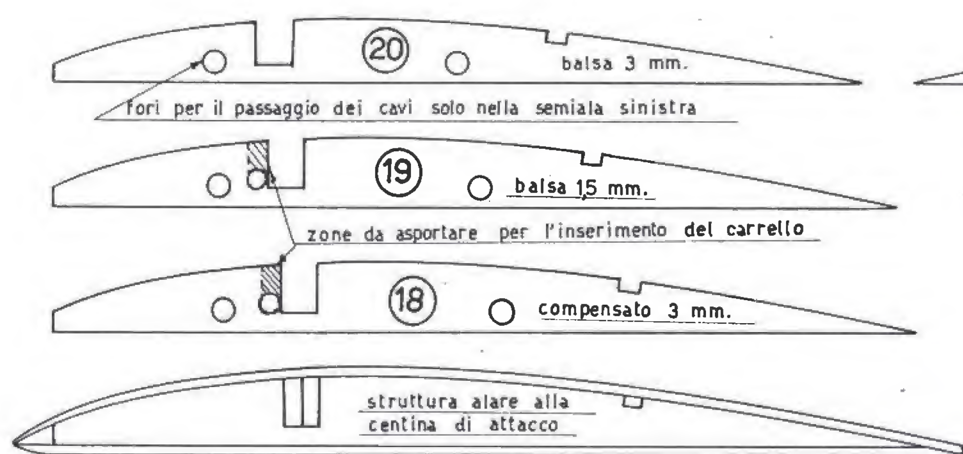


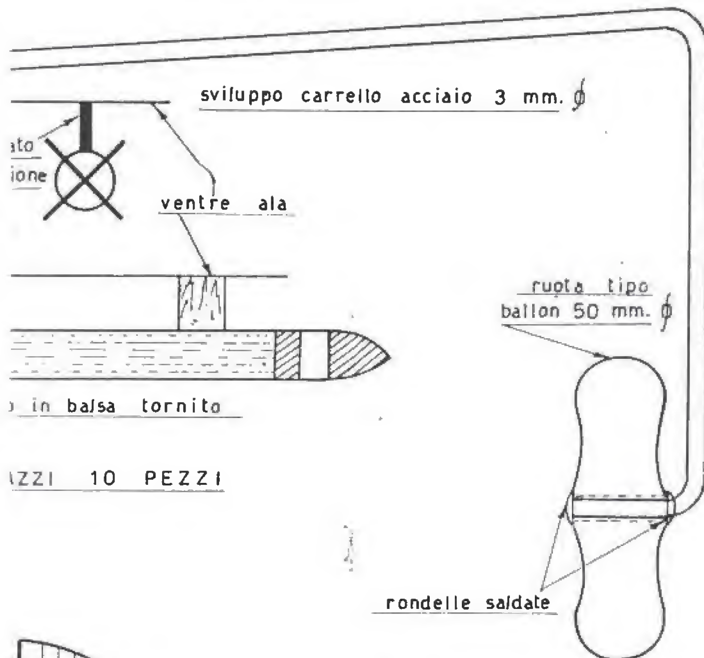




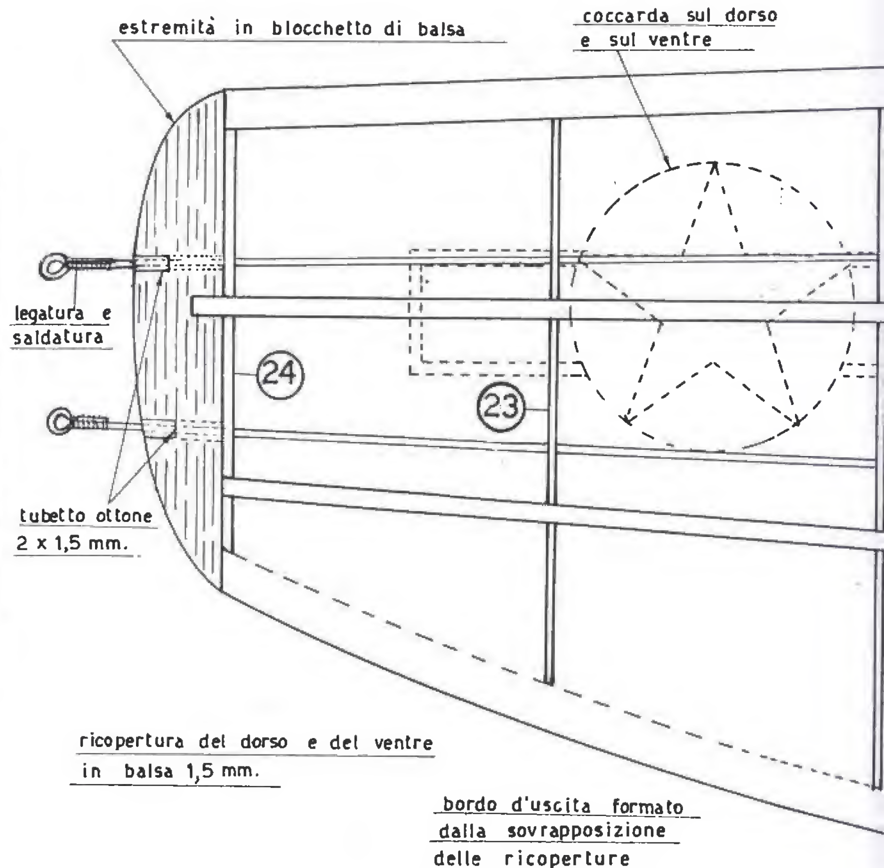




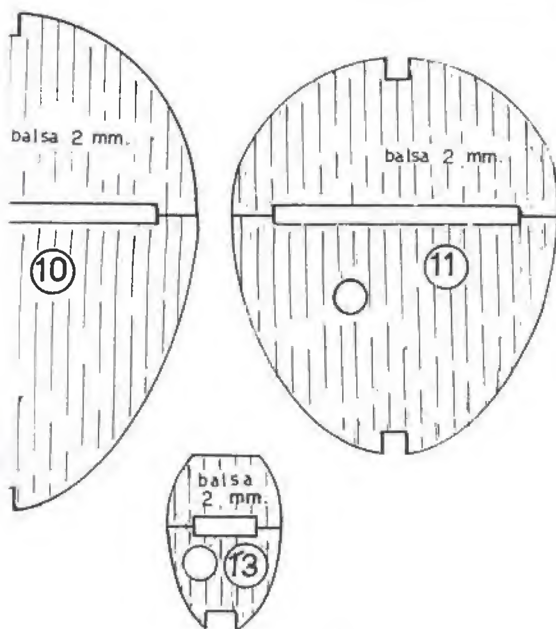




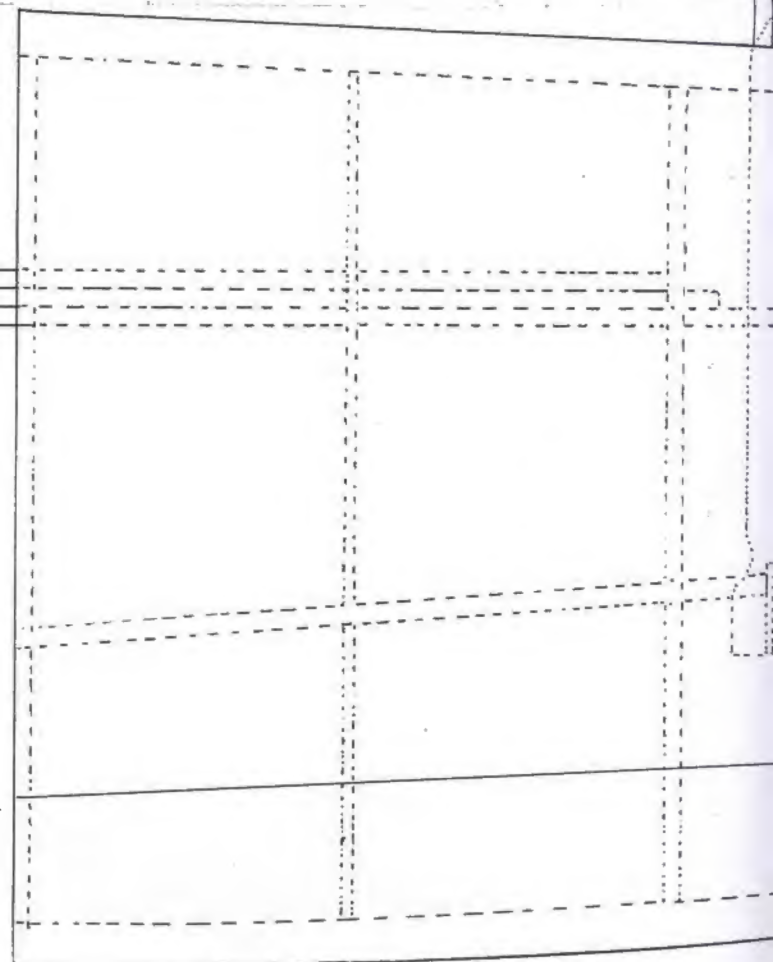
sviluppo carrello acciaio 3 mm. ϕ
ventre ala
ruota tipo ballon 50 mm. ϕ
in balsa tornito
ZZI 10 PEZZI
rondelle saldate



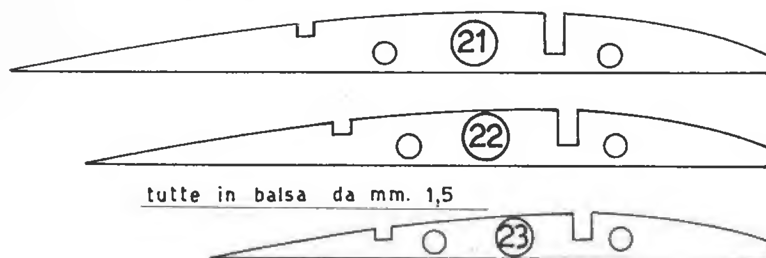
estremità in blocchetto di balsa
coccarda sul dorso e sul ventre
legatura e saldatura
24
23
tubetto ottone 2 x 1,5 mm.
ricopertura del dorso e del ventre in balsa 1,5 mm.
bordo d'uscita formato dalla sovrapposizione delle ricoperture



balsa 2 mm.
10
balsa 2 mm.
11
balsa 2 mm.
13



mitragliere sulle due semiali
tondino pioppo 3 mm. ϕ



21
22
tutte in balsa da mm. 1,5
23
24
bordo d'entrata in listello triangolare con ricoperture sovrapposte e quindi arrotondate
ricoperture sovrapposte per formare il bordo d'uscita

bordo d'entrata 3x7 triangolare pioppo

balsa 3 mm.

rinforzo longherone
listello pioppo 3x8

carrello legato con
refe e incollato

cavi comando
acciaio 1 mm

longherone anteriore
pioppo 3x8 rastremato
a 3x4

22

21

20

19

18

alla squadretta

longherone posteriore balsa
2x3 di piatto

balsa 2 mm.

posizione spezzoni e bombe su ambedue le semiali

linee alettoni, flap e compensatori disegnati a china

RODOLFO CAPRIOTTI - Direttore responsabile — Decreto del Tribunale di Roma n. 3759 del 27-2-1954
Per la diffusione e distribuzione A e G. Marco — Milano Via Pirelli 30 - Telefono 650251
Stab. Grafico F. Capriotti - Via Cicerone, 56 - Roma.